



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Aplicación del six sigma para reducir costos de producción de envases para perfumes en Colca del Perú S.A., Lima, 2020.

AUTORES:

Balabarca Julca, Eric Nehemías (ORCID: 0000-0002-9876-2307)

Bonafón Paz, Gabriela Jessica (ORCID: 0000-0003-4610-7594)

ASESOR:

Mg. Molina Vílchez, Jaime Enrique (0000-0001-7320-0618)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Sistemas de gestión empresarial y productiva

LIMA - PERÚ

2020

Dedicatoria

La presentación de este proyecto va dedicado a mis hijos Eric, Annelise e Ingrid, ya que por ellos la razón de seguir adelante profesionalmente a mi esposa Irma Espinoza por haber sido soporte en todo este proceso de logro, a mis padres Raimunda y Esteban por sus palabras de aliento incondicional y por estar presente infundiéndome valores y así llegar a ser el hombre con logros de ahora.

Gracias hijos, esposa, padre y madre.

BALABARCA JULCA, Eric Nehemías.

A mis padres y a mis jefes por el soporte incondicional.

BONAFÓN PAZ, Gabriela Jessica.

Agradecimiento

Dar las gracias a Dios por concedernos la salud y la vida, a nuestros padres por enseñarnos buenos valores y a nuestras esposas por apoyarnos, comprendernos día a día en nuestros estudios, y por estar siempre orgullosos de nuestros logros.

Agradecemos a nuestros profesores Mg. Ing. Jaime Enrique Molina Vílchez y MSc. Ing. Héctor Antonio Gil Sandoval por sus enseñanzas y motivación en este curso de proceso de investigación.

Agradecemos a todos los compañeros de labor que de alguna manera nos apoyaron facilitando información para este proyecto de investigación, gracias.

BALABARCA JULCA, Eric Nehemías.

BONAFÓN PAZ, Gabriela Jessica.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas.....	vi
Índice de figuras.....	ix
Resumen.....	xii
Abstract.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	xiv
II. MARCO TEÓRICO.....	9
III. METODOLOGÍA	20
3.1 Tipo y diseño de investigación	21
3.2 Variables y Operacionalización	23
3.3 Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis	26
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	27
3.5 Procedimientos.....	30
3.6 Método de análisis de datos	30
3.7 Aspectos éticos	30
3.8 Proceso actual y mejora	31
3.8.1 Breve reseña de la empresa	31
3.8.2 Situación actual que problemas se presenta	34
3.8.3 Mostrar los datos pre test.....	38
3.8.4 Desarrollo de la mejora.....	39
3.8.5 Mostrar los datos post test	90
3.8.6 Recursos y Presupuestos.....	91
IV. RESULTADOS	92
V. DISCUSIÓN.....	123

VI. CONCLUSIONES	126
VII. RECOMENDACIONES.....	128
REFERENCIAS.....	130
ANEXOS	136

Índice de tablas

Tabla 1: Matriz de Vester o correlación.	3
Tabla 2: Causas que originan sobre costos de producción.	4
Tabla 3: Cuadro de estratificación de causas por áreas.	5
Tabla 4: Alternativas de Solución / Criterios.	6
Tabla 5: Consolidado para las alternativas de solución.....	7
Tabla 6: Herramientas y técnicas de las fases DMAIC.	16
Tabla 7: Tabla de costos de producción pre-test.	38
Tabla 8: Tabla resumen de aplicación del DMAIC por etapas.....	40
Tabla 9: Tabla de actividades programadas para definir.	41
Tabla 10: Tabla cumplimiento de actividades para definir - Pre.....	41
Tabla 11: Definición del equipo de trabajo y funciones.....	42
Tabla 12: Requerimientos críticos de clientes internos y externos.	43
Tabla 13: Análisis SIPOC del proceso.	43
Tabla 14: Diagrama del proyecto.	44
Tabla 15: Tabla de detalles de mediciones a realizar en la etapa MEDIR.	45
Tabla 16: Cumplimiento de mediciones programadas por pedido – Pre-test.....	45
Tabla 17: Detalle porcentual de mediciones que no cumplen.	46
Tabla 18: Ponderado de causas por integrantes de DMAIC.....	49
Tabla 19: Detalle porcentual de causas para analizar – pre-test.....	50
Tabla 20: Tabla cuantificada de errores por defectos de envases.....	51
Tabla 21: Deliberación de causas con los 5 ¿porque?.....	52
Tabla 22: Análisis de muestra de envases defectuosos por detalle de causa.....	53
Tabla 23: Estado actual de defectos pre-test.	56
Tabla 24: Defectos encontrados por tipo pre-test.....	57

Tabla 25: Tabla Z de evaluación de ejes para nivel “Z” .	59
Tabla 26: Particularidades de las variables a evaluar.	62
Tabla 27: Nivel de fluctuación de los factores DOE 3 ²	62
Tabla 28: Cumplimiento de plan de mejora para mejoras de medición en el proceso...	66
Tabla 29: Detalle de responsables de implementación de mejora.	67
Tabla 30: Defectos encontrados por tipo post test.	73
Tabla 31: Defectos en atributos calculados con las coordenadas óptimas del diseño de superficie de respuesta.	78
Tabla 32: Prueba de normalidad para los atributos calculados	78
Tabla 33: Pruebas paramétricas y no paramétricas	79
Tabla 34: Pruebas ANOVA para los atributos rechazos	80
Tabla 35: Pruebas post hoc de Benferroni y Tukey en ANOVA para los atributos.	80
Tabla 36: Tabla de implementación de plan cumplido en etapa MEJORAR.	82
Tabla 37: Tabla cronograma de capacitaciones en la etapa CONTROLAR.	82
Tabla 38: Cumplimiento porcentual de capacitaciones programadas pre-test.	83
Tabla 39: Tabla de defectos de envases post test.	87
Tabla 40: Detalle del costo de producción de los meses post-test.	90
Tabla 41: Análisis de costo beneficio año 1.	91
Tabla 42: Evaluación de inversión Costo - Beneficio.	91
<i>Tabla 43: Dimensiones e indicadores de la variable independiente Six Sigma.</i>	<i>93</i>
<i>Tabla 44: Cumplimiento de actividades revisadas para definir antes y después.</i>	<i>94</i>
<i>Tabla 45: Análisis descriptivo de la dimensión definir antes y después.</i>	<i>94</i>
<i>Tabla 46: Cumplimiento de mediciones programadas en el proceso antes y después.</i>	<i>97</i>
<i>Tabla 47: Análisis descriptivo de la dimensión medir antes y después.</i>	<i>97</i>
<i>Tabla 48: Causas programadas para analizar antes y después.</i>	<i>99</i>

<i>Tabla 49: Análisis descriptivo de la dimensión analizar antes y después.....</i>	100
<i>Tabla 50: Cumplimiento de implementación de plan para mejorar antes y después.....</i>	102
<i>Tabla 51: Análisis descriptivo de la dimensión mejorar antes y después.</i>	102
<i>Tabla 52: Cumplimiento de capacitaciones programadas antes y después....</i>	104
<i>Tabla 53: Análisis descriptivo de la dimensión controlar antes y después</i>	105
<i>Tabla 54: Costo de producción de envases para perfume antes y después... 107</i>	107
<i>Tabla 55: Análisis descriptivo de la VD costos de producción de envases.</i>	108
<i>Tabla 56: Costo primo de fabricación de envases antes y después.</i>	110
<i>Tabla 57: Análisis descriptivo de la dimensión costos primos.</i>	111
<i>Tabla 58: Costo de conversión de fabricación de envases antes y después.</i>	113
<i>Tabla 59: Análisis descriptivo de la dimensión costos de conversión.....</i>	114
<i>Tabla 60: Pruebas de normalidad del costo de producción.....</i>	117
<i>Tabla 61: Prueba de Wilcoxon del costo de producción antes y después.....</i>	118
<i>Tabla 62: Pruebas de normalidad del costo primo.....</i>	119
<i>Tabla 63: Prueba de Wilcoxon del costo primo antes y después.....</i>	120
<i>Tabla 64: Pruebas de normalidad del costo de conversión.....</i>	121
<i>Tabla 65: Prueba de Wilcoxon del costo de conversión antes y después</i>	122
<i>Tabla 66: Matriz de Operacionalización</i>	139

Índice de figuras

Figura. 1: Diagrama espina de pescado.....	2
Figura. 2: Diagrama de curva cerrada.	5
Figura. 3: Estratificación por áreas.....	6
Figura. 4: Desarrollo en fases de DMAIC de inicio a fin.....	15
Figura. 5: Diseños experimentales.....	22
Figura. 6: Diseños preexperimentales	22
Figura. 7: Retrato de la confiabilidad y validez.....	29
Figura. 8: Organigrama general de la empresa Colca del Perú.	32
Figura. 9: Organigrama de la unidad de producto terminado.....	33
Figura. 10: Organigrama del área de producción.	34
Figura. 11: DOP del área de producción antes de la mejora.	36
Figura. 12: DAP del área de producción antes de la mejora.	37
Figura. 13: Estructura organizacional del proyecto Seis Sigma.....	39
Figura. 14: Seguimiento de metodología DMAIC.	39
Figura. 15: Diagrama de recorrido del proceso de producción de envases.	46
Figura. 16: Descripción de actividades del diagrama de recorrido del proceso.....	47
Figura. 17: DAP de termoformado de envases para perfume pre test.....	48
Figura. 18: Diagrama de Ishikawa del proceso de envases.	49
Figura. 19: Grafica porcentual de envases defectuosos producidos.....	51
Figura. 20: AMEF del proceso.	54
Figura. 21: AMEF del diseño.	55
Figura. 22: Estado porcentual de defectos pre-test.....	56
Figura. 23: Límites de gráfica de control: logro del estado de control.....	58
Figura. 24: Gráfica de control antes de “p”, porcentaje de no conformancia.....	58
Figura. 25: Informe de capacidad de proceso de defectos antes.	60

Figura. 26: Tabla valores de Z (sigma).....	61
Figura. 27: Factores y niveles de fluctuación del diseño de experimentos superficie de respuesta	62
Figura. 28: Diseño de experimentos superficie de respuesta.....	63
Figura. 29: Diagrama de Pareto del diseño de experimentos superficie de respuesta....	64
Figura. 30: Análisis de varianza.	64
Figura. 31: Resumen de modelo de pruebas.....	65
Figura. 32: Respuesta óptima del diseño de superficie de respuesta.....	65
Figura. 33: Formato de instructivo de limpieza de maquina termoformadora.	68
Figura. 34: Orden y limpieza del área de producto terminado.	69
Figura. 35: Capacitaciones programadas para mejoras en el proceso.	70
Figura. 36: DOP para producción de envases para perfume post-test.....	71
Figura. 37: DAP para la producción de envases para perfume.	72
Figura. 38: Gráfica de control “p” después de mejoras implementadas, porcentaje de no conformancia.	74
Figura. 39: Informe de capacidad de proceso de “p” después.....	75
Figura. 40: Fórmulas de la desviación estándar cortó y largo plazo.	76
Figura. 41: Pruebas de hipótesis paramétricas y no paramétricas empleadas en la solución de problemas.....	77
Figura. 42: Grafico de cajas de defectoss de tres réplicas post test.....	81
Figura. 43: Grafico de p-atributos pre test y post test.	81
Figura. 44: Mejoras implementadas en el proceso de termoformado.....	85
Figura. 45: Mejoras implementadas en el proceso de termoformado.....	86
Figura. 46: Diagrama porcentual de defectos post-test.	87
Figura. 47: Sistema R&R del sistema de medición (ANOVA) para medida.	88
Figura. 48: Análisis ANOVA de dos factores con interacción y sin interacción.	89
Figura. 49: Análisis R&R del sistema de medición.....	89

<i>Figura. 50: Histograma definir antes.....</i>	96
<i>Figura. 51: Histograma definir después</i>	96
<i>Figura. 52: Histograma de medir antes.....</i>	98
<i>Figura. 53: Histograma medir después.....</i>	99
<i>Figura. 54: Histograma analizar antes</i>	101
<i>Figura. 55: Histograma analizar después</i>	101
<i>Figura. 56: Histograma mejorar antes.....</i>	103
<i>Figura. 57: Histograma mejorar después.....</i>	104
<i>Figura. 58: Controlar antes.....</i>	106
<i>Figura. 59: Controlar después</i>	106
<i>Figura. 60: Histograma Costos de producción de envases antes.....</i>	109
<i>Figura. 61: Histograma Costos de producción de envases después.....</i>	109
<i>Figura. 62: Histograma costos primos antes.....</i>	112
<i>Figura. 63: Histograma costos primos después</i>	112
<i>Figura. 64: Histograma costos de conversión antes.....</i>	115
<i>Figura. 65: Histograma costos de conversión después.....</i>	115
<i>Figura. 66: Histograma diferencia costo de producción.....</i>	117
<i>Figura. 67: Histograma diferencia costo de producción.....</i>	119
<i>Figura. 68: Histograma diferencia costo de conversión</i>	121

Resumen

La investigación denominada “Aplicación del six sigma para reducir costos de producción de envases para perfumes en Colca del Perú S.A., Lima, 2020”, fue planteada con el objetivo de Determinar de qué manera la aplicación del six sigma reducirá los costos de producción de envases para perfumes en Colca del Perú, Lima, 2020.

Esta investigación corresponde al tipo aplicado, con diseño pre experimental, de nivel explicativo. En la investigación la población de estudio son los datos cuantitativos sobre los costos de producción y sus dimensiones costo primo y costo de conversión en un periodo 3 meses antes y 3 meses después de la aplicación del six sigma.

Los resultados demuestran que el Costo promedio de producción pre test era de \$ 257.524 y post test es \$ 254.520, hay una reducción de \$ 3.004 por placa termoformada, el VAN es \$ 150923.05, la TIR 60% y el Beneficio-Costo es \$1.88 dólares en un horizonte de planeación de 12 meses.

Palabras clave: Six sigma, costo de producción, costo primo, costo de conversión.

Abstract

The investigation called "Application of six sigma to reduce production costs of packaging for perfumes in Colca del Peru SA, Lima, 2020", was proposed with the objective of determining how the application of six sigma will reduce the costs of packaging production for perfumes in Colca del Peru, Lima, 2020.

This research corresponds to the applied type, with a pre-experimental design, of an explanatory level. In the research, the study population consists of quantitative data on production costs and their prime cost and conversion cost dimensions in a period 3 months before and 3 months after the application of six sigma.

The results show that the average pre-test production cost was \$ 257.524 and post-test is \$ 254.520, there is a reduction of \$ 3.004 per thermoformed plate, the NPV is \$ 150923.05, the IRR is 60% and the Benefit-Cost is \$ 1.88 dollars. In a planning horizon of 12 months.

Keywords: Six sigma, production cost, prime cost, conversion cost.

I. INTRODUCCIÓN

Debido a la globalización y los avances tecnológicos en el mundo las industrias están en cambio constante y esto genera una lucha competitiva para las empresas; para ello éstas deberán mejorar sus procesos, para que así generen más liquidez reduciendo sus costos en producción y así sea notorio el aumento de sus ganancias. Por lo cual las empresas buscan soluciones efectivas como la metodología Six Sigma. Según Duckword y Hoffmeier (2016) esta metodología es un diferenciador importante de las empresas que compiten para mejorar su rendimiento y ganar o aumentar sus ganancias (p. 26). En una organización de manufactura en México aplicando esta metodología 6 Sigma se logró minorar los costos en un 5% superando en 3% lo proyectado (Martínez y Garza, 2013, p. 22).

Un factor importante para el consumidor peruano es el precio del producto y este se asocia al costo que involucra producir dicho producto, para ello las empresas peruanas deberán centrarse en revisar sus procesos para reducir costos. Six Sigma logra aumentar la competitividad y a la vez reducir costos y controlar los procesos (Morales y Garambullo, 2017, pág. 4). Además, Olanrewaju, Chima y Nnanna (2019) implementando el Seis-Sigma en una planta cervecera lograron reducir y controlar en un 37.7% los costos de su proceso (p. 5).

En la empresa Colca del Perú actualmente el principal problema identificado es el costo del producto de envases para perfume, que está en un 10% más del costo programado el cual está afectando los ingresos de la organización. Para determinar y evaluar las causas se realiza los siguientes diagramas para el análisis respectivo:

- Diagrama espina de pescado.
- Matriz de correlación.
- Diagrama de curva cerrada.

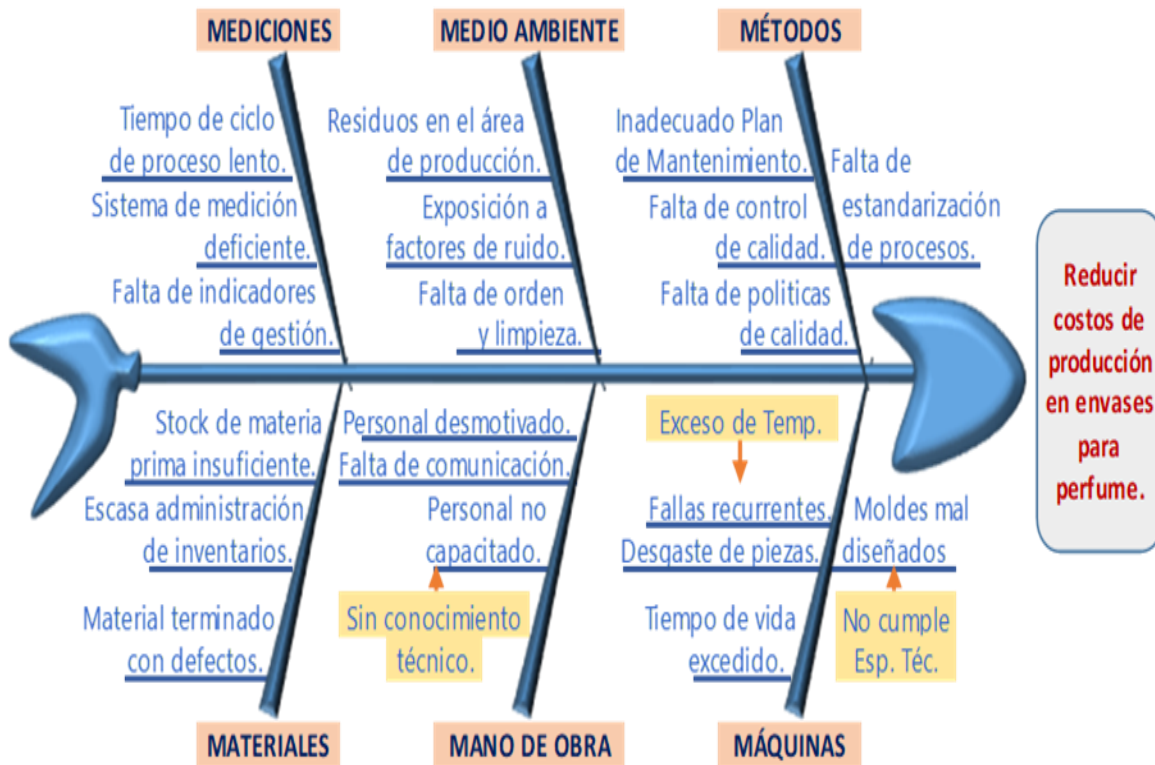


Figura. 1: Diagrama espina de pescado.

Fuente: Elaboración propia

En la figura 1 detallamos las posibles causas categorizadas en 6M's que incurre en el problema principal que es elevados costos de producción.

A continuación se elabora la matriz de Vester para analizar las causas que influyen entre sí para ello la relación se medirá: Muy Fuerte 4, Fuerte 3, Débil 2, Baja 1 y Ninguna 0.

4	RELACIÓN DE CAUSALIDAD MUY FUERTE
3	RELACIÓN DE CAUSALIDAD FUERTE
2	RELACIÓN DE CAUSALIDAD MEDIA
1	RELACIÓN DE CAUSALIDAD DÉBIL
0	NO HAY RELACIÓN DE CAUSALIDAD

Tabla 1: Matriz de Vester o correlación.

Causas que originan sobre costo de producción		C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6	C 7	C 8	C 9	C 10	C 11	C 12	C 13	C 14	C 15	C 16	C 17	C 18	C 19	C 20	Influencia
C1	Falta de control de calidad		1	1	0	0	0	0	2	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	9
C2	Falta de estandarización de procesos	2		3	2	0	0	1	0	4	1	0	1	3	1	0	3	1	0	1	0	23
C3	Falta de indicadores de gestión	1	1		1	0	0	0	2	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	10
C4	Inadecuado plan de mantenimiento	0	1	0		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	5
C5	Falta de conocimiento	2	0	0	1		0	0	1	1	0	0	2	2	0	1	1	1	0	1	0	13
C6	Personal desmotivado	0	0	0	0	0		0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	6
C7	Personal no capacitado	1	0	0	1	0	0		1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	8
C8	Sistemas de medición deficientes	1	1	0	0	0	0	0		2	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	9
C9	Tiempo de ciclo de proceso lento	0	0	0	1	0	0	0	1		1	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	6
C10	Falta de políticas de calidad	1	1	1	0	0	0	1	1	1		0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	8
C11	Stock de materia prima insuficiente	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0		3	1	1	0	0	0	0	0	0	7
C12	Escasa administracion de Inventarios	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1		1	0	0	0	0	0	0	0	5
C13	Material terminado con defectos	1	0	1	0	0	1	0	1	0	2	0	0		1	0	0	0	0	0	0	7
C14	Residuos en el área de producción	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1		0	1	0	0	0	0	4
C15	Exposición a factores de ruido	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	2
C16	Falta de orden y limpieza	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0		0	0	0	0	3
C17	Fallas recurrentes	3	2	0	0	0	0	0	1	4	0	1	0	1	1	1	0		3	0	2	19
C18	Desgaste de piezas	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1		0	0	3
C19	Moldes mal diseñados	3	1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3	1	0	1	2	2		0	16
C20	Tiempo de vida excedido (máquina obsoleta)	2	2	0	2	0	0	0	1	4	0	0	0	2	1	1	0	3	2	0		20
Dependencia		19	11	7	10	0	4	2	11	27	7	4	8	20	7	5	8	14	10	7	2	183

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 6 se nota que hay hasta 6 causas que tienen mayor influencia entre sí que son la C2, C3, C5, C17, C19 y C20.

A continuación, calcularemos el puntaje, el cual se obtendrá de multiplicar la Influencia con la frecuencia, la frecuencia será valorada como sigue: Baja = 1, Media = 3 y Alta = 5.

Tabla 2: Causas que originan sobre costos de producción.

IT	Causas que originan sobre costo de producción	Influencia	Frecuencia	Puntaje	Puntaje Acumulado	Porcentaje de puntaje	Porcentaje Total
C19	Moldes mal diseñados	24	5	120	120	24.74%	24.74%
C20	Tiempo de vida excedido (máquina obsoleta)	19	5	95	215	19.59%	44.33%
C17	Fallas recurrentes	18	5	90	305	18.56%	62.89%
C2	Falta de estandarización de procesos	16	3	48	353	9.90%	72.78%
C5	Falta de conocimiento	13	3	39	392	8.04%	80.82%
C3	Falta de indicadores de gestión	10	1	10	402	2.06%	82.89%
C1	Falta de control de calidad	9	1	9	411	1.86%	84.74%
C8	Sistemas de medición deficientes	9	1	9	420	1.86%	86.60%
C7	Personal no capacitado	8	1	8	428	1.65%	88.25%
C10	Falta de políticas de calidad	8	1	8	436	1.65%	89.90%
C11	Stock de materia prima insuficiente	8	1	8	444	1.65%	91.55%
C13	Material terminado con defectos	7	1	7	451	1.44%	92.99%
C6	Personal desmotivado	6	1	6	457	1.24%	94.23%
C9	Tiempo de ciclo de proceso lento	6	1	6	463	1.24%	95.46%
C4	Inadecuado plan de mantenimiento	5	1	5	468	1.03%	96.49%
C12	Escasa administracion de Inventarios	5	1	5	473	1.03%	97.53%
C14	Residuos en el área de producción	4	1	4	477	0.82%	98.35%
C16	Falta de orden y limpieza	3	1	3	480	0.62%	98.97%
C18	Desgaste de piezas	3	1	3	483	0.62%	99.59%
C15	Exposición a factores de ruido	2	1	2	485	0.41%	100.00%
Total				485		100.00%	

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 2 obtenemos el puntaje en escala descendente de causas que originan sobre costo de producción las cuales son C19, C20, C17, C2 y C5 en el acumulado estas obtienen un porcentaje mayor a 80% de causas con más relevancia.

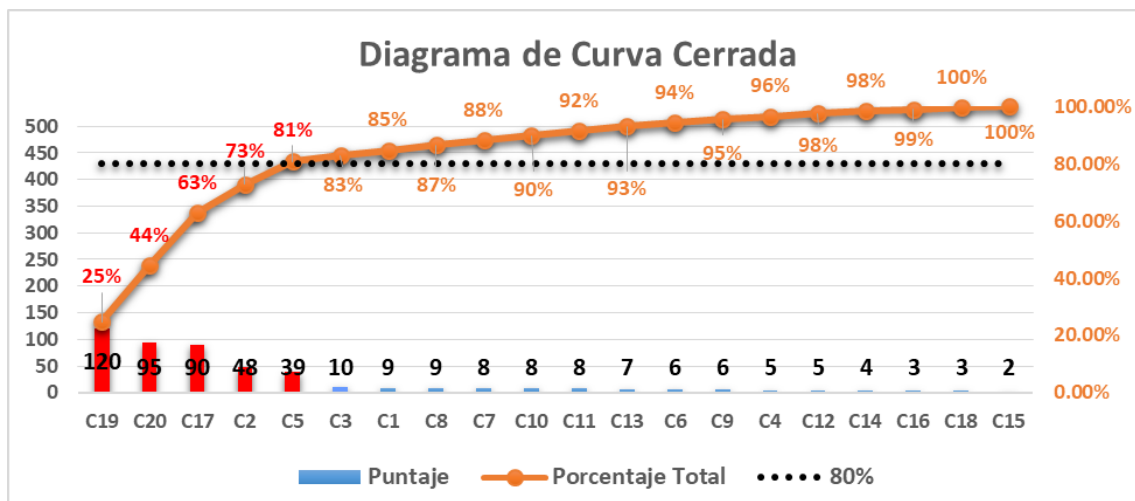


Figura. 2: Diagrama de curva cerrada.

Fuente: Elaboración propia

Del diagrama de curva cerrada (figura 2) se plasma las causas con mayor porcentaje obtenido que en el acumulado muestran el 80%.

En la siguiente tabla 3 calcularemos el puntaje total de causas por áreas el cual llamaremos cuadro de estratificación.

Tabla 3: Cuadro de estratificación de causas por áreas.

AREA	IT	Causas que originan sobre costo de producción	Puntaje	Total	%
PROCESOS	C2	Falta de estandarización de procesos	48	276	57%
	C19	Moldes mal diseñados	120		
	C20	Tiempo de vida excedido (máquina obsoleta)	95		
	C13	Material terminado con defectos	7		
	C9	Tiempo de ciclo de proceso lento	6		
GESTIÓN	C1	Falta de control de calidad	9	106	22%
	C3	Falta de indicadores de gestión	10		
	C8	Sistemas de medición deficientes	9		
	C5	Falta de conocimiento	39		
	C6	Personal desmotivado	6		
	C7	Personal no capacitado	8		
	C10	Falta de políticas de calidad	8		
	C12	Escasa administracion de Inventarios	5		
	C11	Stock de materia prima insuficiente	8		
C14	Residuos en el área de producción	4			
MANTENIMIENTO	C17	Fallas recurrentes	90	103	21%
	C4	Inadecuado plan de mantenimiento	5		
	C16	Falta de orden y limpieza	3		
	C18	Desgaste de piezas	3		
	C15	Exposición a factores de ruido	2		

Fuente: Elaboración propia

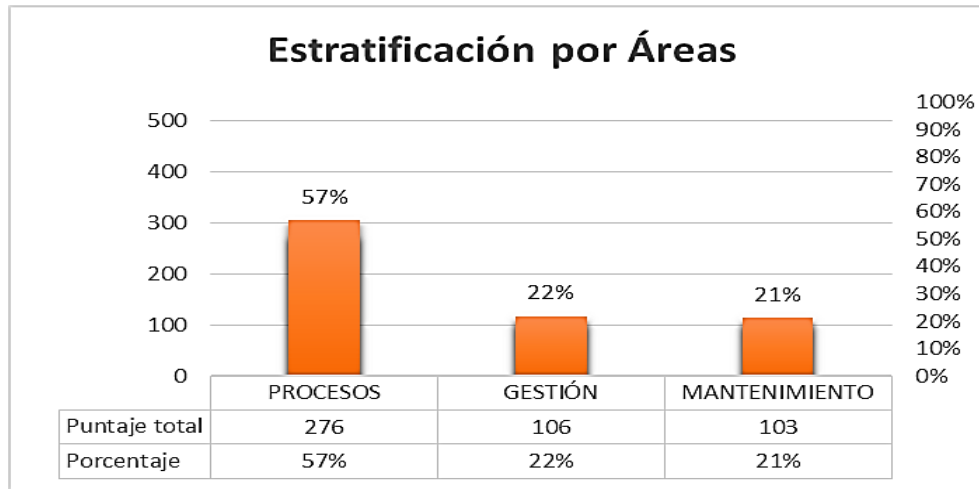


Figura. 3: Estratificación por áreas.

Fuente: Elaboración propia

En la figura 3 el mayor puntaje obtenido donde centraremos nuestra investigación es el área de Procesos con un puntaje de 276 (57%) en relación a las otras áreas.

Tabla 4: Alternativas de Solución / Criterios.

Alternativas de solución	CRITERIOS				Total
	Solución a la Problemática	Tiempo de Aplicación	Costo de Aplicación	Facilidad de Aplicación	
Six-Sigma (Mejora de Procesos)	2	1	2	2	7
Mejora del TPM	1	1	0	1	3
SAP PM	1	0	0	0	1
No bueno (0) - Bueno (1) - Muy Bueno (2)					
Los criterios fueron establecidos con el gerente de planta y jefe de producción					

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 4 como alternativa solución en base a los criterios aplicados y establecidos por el gerente de operaciones y jefatura de producción, la metodología Six Sigma logró un puntaje de 7 para mejorar los procesos en el departamento de producción.

Tabla 5: Consolidado para las alternativas de solución.

Consolidado de Causas por área	Métodos	Materiales	Mano de obra	Medio ambiente	Mediciones	Máquinas	Nivel de criticidad	Total de puntuación	Porcentaje	Valor de Impacto	Calificacion	Prioridad	Medidas a tomar
PROCESOS	48	7	0	0	6	215	ALTO	276	57%	5	1380	1	Six-Sigma (Mejora de Procesos)
GESTIÓN	5	0	0	5	0	93	MEDIO	103	21%	1	103	3	SAP PM
MANTENIMIENTO	17	13	53	4	19	0	MEDIO	106	22%	3	318	2	Mejora del TPM
Puntaje Total	53	7	0	5	6	308		485	100,00%				

Fuente: Elaboración propia

Analizando en la tabla 5 el resultado como mejor medida a tomar para la mejora del proceso es el Six Sigma con una calificación de 1380 y se considera como prioridad 1 en base al impacto.

El problema general se formula como sigue:

- ¿De qué manera la aplicación del six sigma reducirá los costos de producción de envases para perfumes en Colca del Perú S.A., Lima, 2020?

Los problemas específicos son los siguientes:

- ¿De qué manera la aplicación del six sigma reducirá los costos primos en la producción de envases para perfumes en Colca del Perú, Lima?
- ¿De qué manera la aplicación del six sigma reducirá los costos de conversión en la producción de envases para perfumes en Colca del Perú, Lima?

La Justificación práctica, es una herramienta de reducción y/o eliminación de mermas, desperdicios, su aplicación ayuda a reducir costos en el proceso. Esta metodología será participe en la eliminación de defectos, en la reducción de costos y también para reducir la variabilidad, usando la estadística como medio para realizar el análisis de datos y conocer el comportamiento de los procesos.

Justificación académica y metodológica, Six sigma tiene una metodología propia de desarrollo y eso se aplicara en el marco teórico por lo tanto el uso de esta secuencia metodológica va permitir generar un precedente cuando se quiera aplicar la misma herramienta en otra situaciones problemáticas de la empresa.

Justificación económica, con el six sigma lograremos reducir el costo de nuestra producción y reducir los defectos de calidad del producto el cual beneficiara la empresa de estudio incrementando su ganancia o rentabilidad, el cual está valuado aproximadamente en 3600 dólares/mes (Mayor a S/. 160000 soles por año).

Justificación Estratégica, en el plan estratégico de la empresa de estudio, para el área de producción trazaron metas y entre ellas está mejorar el procesamiento del área de producción en el cual se menciona el ahorro del costo de producción por lo tanto esta investigación ayudara directamente a la estrategia planteada.

El objetivo general en esta investigación se expresa en:

- Determinar de qué manera la aplicación del six sigma reducirá los costos de producción de envases para perfumes en Colca del Perú, Lima, 2020.

Los objetivos específicos son los siguientes:

- Determinar de qué manera la aplicación del six sigma reducirá los costos primos en la producción de envases para perfumes en Colca del Perú, Lima.
- Determinar de qué manera la aplicación del six sigma influirá a reducir los costos de conversión en la producción de envases para perfumes en Colca del Perú, Lima.

La hipótesis general en esta investigación se expresa en:

- La aplicación del six sigma reduce los costos de producción de envases para perfumes en Colca del Perú, Lima, 2020.

Las hipótesis específicas son las siguientes:

- La aplicación del six sigma reduce los costos primos en la producción de envases para perfumes en Colca del Perú, Lima.
- La aplicación del six sigma reduce los costos de conversión en la producción de envases para perfumes en Colca del Perú, Lima.

II. MARCO TEÓRICO

Alfi y Masbar (2020) en su artículo *Implementation of lean-DMAIC method for reducing packing defect in a flour company*, tuvo como objetivo eliminar el desperdicio, que son defectos y variaciones en el proceso de empaque (costo de proceso) para mejorar el proceso. Fue un estudio de tipo aplicado y experimental, se analizó los defectos de embalaje de Enero a Diciembre del 2016, el instrumento utilizado es la tabla de procesos de operación, la tasa de defectos en los diferentes subprocesos y el costo de falla. Los principales resultados fueron la reducción del 0,29% del defecto del empaque de salida y que esto logra ahorrar hasta el 59% del costo del material. Este estudio prepondera que la tasa de defectos promedio disminuye en un 0,20% (a 0,29% de 0,49%) y además, el desperdicio de material de costo disminuye un 59%.

Ibarra y Berrazueta (2019) en su tesis *Aplicación metodología DMAIC en empresa textil con enfoque en reducción de costos*, tuvo como objetivo de investigación reducir defectos de calidad minimizando el costo de estas fallas. Se considera como tipo de estudio aplicado y experimental. Se analizó datos históricos de fallas de producto terminado correspondiente al periodo Agosto 2017 a Julio 2018. Los instrumentos utilizados son entrevistas y encuestas. El resultado más resaltante es que se logró reducir en 1.89% en proporción a las fallas y que el proceso de estudio mejoro de 3.21 a 3.89. Esta investigación concluye que implementando las mejoras de cada etapa DMAIC se logrará minorar la incidencia de errores de calidad el cual incrementara la ganancia de la organización ya que se obtuvo un beneficio de \$5,350.93 en 18 meses con una inversión de \$640.

Mohamad et al. (2019) en el Artículo de título *The Application of DMAIC to Improve Production: Case Study for Single- Sided Flexible Printed Circuit Board*, mencionan como objetivo reducir el número de defectos abiertos durante la producción del FPCB de un solo lado. Es aplicado experimental. El análisis se realizó al histórico de los defectos de la producción de FPCB de Enero 2017 - Agosto 2017. El proceso utiliza verificación visual e IPQC (Control de calidad en proceso) a 20 paneles (10240 piezas) de los FPCB de un solo lado. Como resultante se obtuvo que el defecto abierto general ha disminuido de 17781 unidades en enero de 2017 a 4766 unidades en enero de 2018 y la tasa general de se redujo de 0.6% a 0.37% con un ahorro total de RM 1423.60. El estudio de caso

mostró que el proceso DMAIC es un enfoque efectivo que puede resolver lo que parece ser un problema importante utilizando soluciones simples. Si se lleva a cabo de manera adecuada y eficiente, tiene el potencial de dar buenos rendimientos a la empresa.

Pilla y Pilco (2019) en su artículo *Mejora de calidad en los procesos productivos aplicando la metodología seis sigma en la empresa metálica pillapa*, consideraron como objetivo conocer los niveles de calidad sigma en las distintas áreas de fabricación de carrocerías de la empresa Metálicas Pillapa. El estudio es aplicado y experimental. El historial de productos defectuosos del año 2017 (Ene-Dic) y el análisis de la muestra están conformada por 12 carrocerías de la empresa mencionada. El instrumento utilizado la inspección visual. Los resultados indicaban niveles Sigma muy por debajo de lo aceptable con un valor de 1,2 sigma; la identificación de los procesos críticos muestra que el proceso de armado de estructura y forrado exterior, de acuerdo con el número de defectos presentes en los procesos con 113 y 104. Por ello concluimos que se requiere de controles estadísticos en los procesos que permita reducir la variabilidad, así como fomentar implementar estrategias que ayuden a la mejora con el propósito de cumplir los objetivos planteados por la compañía.

Morales y Garambullo (2017) en su artículo de título *Aplicación de metodología lean seis sigma para la reducción de defectos en la producción de lentes dentro de la empresa formula Plastics de México S. A de C. V. En Tecate B. C*, trazaron como objetivo reducir o minimizar las variaciones en el procesamiento con el fin de aminorar en un 50% los costos de PPM's (cantidad de unidad de defecto por millón). Es aplicado y experimental. Se clasifico los defectos para que fueran considerado como indicadores de PPM'S además se incluyó datos históricos de las evaluaciones que se le hace a cada cliente el cual correspondía al año 2015. Como resultado obtenidos se recogió las evaluaciones de todos los meses del año 2016 con el propósito de comparar los datos obtenidos de PPM'S del año 2015, obteniendo como resultado anual de 783 PPM's, a comparación del año 2015 que era de 6,020 PPM's. Concluyen el estudio mencionando que con la aplicación del 6-Sigma el área que procesa la producción de lentes disminuyó un 85% de defectos

superando lo propuesto en el objetivo en un 35% en acumulado se obtuvo un costo de \$3,476.52 Dólares. En referencia al año 2015 y 2016.

Shokri, Nabhani y Bradley (2016) en su artículo de título ***Reducing the scrap rate in an electronic manufacturing SME through Lean Six Sigma methodology.***

Esta investigación o proyecto propuso como objeto de estudio reducir el nivel porcentual (tasa) de desperdicio en la producción de un producto conocido como Sensor de Aceleración Remota (RAS) que se utiliza para bolsas de aire con la aplicación del six-sigma. Este estudio es de tipo experimental. El rendimiento se determinó a través de la muestra de los datos del primer rendimiento recopilado durante 3 meses previo al inicio del proyecto. Los resultados que sobresalen son el aumento en el rendimiento en el proceso de inspección de 98.81% a 99.03%, además que excedió el objetivo de gestión y representa un puntaje sigma de 3.65 a 3.85 y un ahorro de £ 98k anualmente. Concluyendo el estudio de caso agrega evidencia adicional a la efectividad de la herramienta 6Sigma en relación con minimizar los desperdicios y el ahorro de costos en la industria manufacturera y en particular en las secciones de electrónica.

Salinas (2016) en su tesis con título ***Lean-six sigma para la reducción de costos en las tic's en una empresa de telecomunicaciones.*** Plantea como objetivo de su investigación reducir o minimizar los costos de las TIC's de una institución dedicada a la instalación de redes digitales. Fue un estudio aplicado y experimental.

La muestra tomada es el histórico de la renta de artículos TIC del año anterior (2014) que representa un 87.6%. Se analizó los sobrecostos en el cual el autor de la tesis concluye que con la aplicación del Seis Sigma han conseguido beneficiarse con un ahorro de 4.44% del costo de operaciones y una reducción en el costo de TIC de 7.99% anual. El proyecto desarrollado refleja que para obtener resultados positivos se debe integrar a todo el equipo de la organización (personal operativo, empleados y la alta dirección) y se involucren en el desarrollo del proyecto.

Garza y Abrego (2015) en su artículo ***Reducción y control de costos en empresa de manufactura con Seis Sigma.*** Declara como objetivo Disminuir el exceso de micras de pintura que existe en las carcasas metálicas el cual es de 97 micras actualmente, hasta 64 micras. Es un estudio experimental. El número de muestras es 16. Para validar la toma de datos se realizaron 125 pruebas que se recolectaron

de la operación para definir si el proceso es estable. El dispositivo con el que se recaudó los datos fue el goniómetro. Como resultante se obtuvo que a la semana 21 de aplicado el proyecto ya nuestra meta fue cumplida por debajo de 65 micras. Conclusión con el análisis 6sigma los resultados logrados fueron economizar el consumo de pintura en polvo utilizado para pintar carcasas metálicas el ahorro representa el 32% por pieza de metal el cual se traduce como valor monetario a más de \$1, 000,000.00 de pesos.

Santiago, Pérez, Ruiz y Guevara (2014) en su artículo con título ***Reducción de defectos por medio de Seis Sigma***. Plantearon como objetivo minimizar la cantidad de defectos para entregar un bien producido o un servicio al usuario final, teniendo como meta de six-sigma, producir a un nivel o margen de de 3.4 DPMO (Defects per Million Opportunities), obtener el puntaje de 3.4 considerando que el porcentaje de errores del proceso que se estudió era de 6% (60,000 partes por millón de defectos). Este estudio es aplicado y experimental. Las Muestras son los gabinetes para montaje interno y externo y el historial de defectos encontrados en los 5 meses anterior al estudio. El instrumento utilizado es el check list. Los resultados más resaltantes fueron que lograron reducir los golpes el cual impactó también en los costos asociados al re-proceso de estas piezas, antes de iniciado la investigación el costo reportaba \$46,162.00 pesos mensuales como costo asociado, y posterior al estudio el costo asociado fue de \$13,580.00 pesos mensuales y en base a ello la reducción de la proporción de defectos fue de 3.78% (de 5.66% a 1.88%). Se concluye que implantado el six-sigma las mejoras permitirán reducir los defectos presentes en la fase de producción.

Garza y Martínez (2013) en el artículo titulado ***Reducción de costos asociados a los desperdicios de un producto perteneciente a una empresa manufacturera***. Incitaron como objetivo minimizar el 2% del costo normal de un producto (considerando que los costos de falla y defectos bordeaba el 64.1% del costo general o total de los desperdicios generados el año 2012). El tipo de estudio es experimental. Se tomaron 30 muestras que garantizaron la población. El instrumento utilizado es el micrómetro. Como resultado, podemos concluir que se logró cumplir el objetivo planteado ya que mejoró la capacidad de proceso en un 1.37 (de 0.61 a 1.98) y la capacidad real del proceso en 1.39 (de 0.38 a 1.77). Como

conclusión de la investigación el comparativo del total de desperdicios en abril 2013 es 0.86 Kg/TON y en el mismo mes de año anterior (Abril 2012) es de 3.19 Kg/TON en la diferencia la reducción fue del 73% de desperdicios superando en 8% lo planteado; en el objetivo se estimó una reducción del 2%, pero se logró minimizar un 5% con referencia al año anterior (2012), excediendo el estimado en un 3.0%.

Teorías relacionadas al tema.

Para la explicación de este proyecto de investigación y su aplicación es necesario contar con definiciones teóricas y aplicaciones experimentales.

Metodología six sigma:

Según Tornos (2019) influye a mejorar los procesos de los servicios o productos de una empresa, incorpora técnicas de resolución de problemas y estadísticas, que se enfocan a eliminar los defectos y a minimizar variaciones de tiempo de ciclo de los procesos (párr.6). Así también haciendo uso del 6-sigma según Escalante (2013) se reduce los costos, se eleva la productividad, se mejora la calidad y por ello mejora la satisfacción del cliente; el cual puede ser aplicado en hospitales, bancos y empresas industriales u otro tipo de empresas (p. 11).

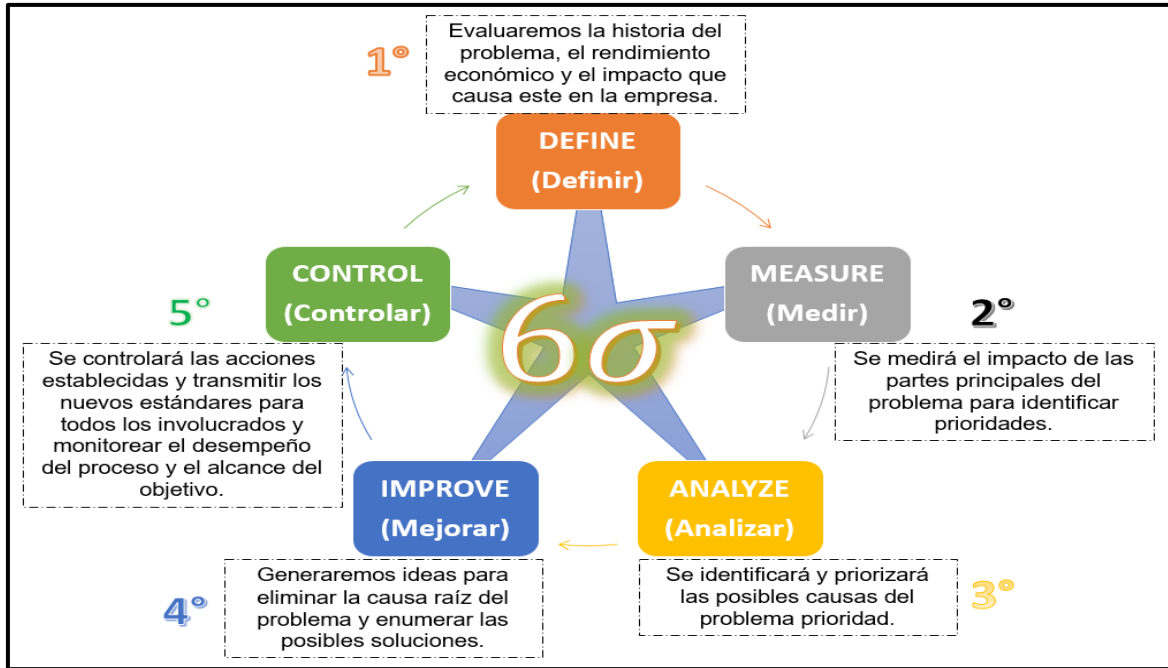


Figura. 4: Desarrollo en fases de DMAIC de inicio a fin.

Fuente: De Paiva et al. (2019).

Esta Metodología según Hutwelker (2017) Los proyectos six Sigma se procesan a lo largo de las fases del ciclo DMAIC {Definir (D), Medir (M), Analizar (A), Mejorar (I) y Controlar (C)} Y cada fase cubre un conjunto de herramientas profesionales y estadísticas interrelacionadas cronológicamente (p. 14).

Tabla 6: Herramientas y técnicas de las fases DMAIC.

Pasos	Descripción	Salidas	Herramientas y técnicas
D	<ul style="list-style-type: none"> - Resumen de las fases del proyecto. - Descripción del problema e identificación de defectos que causan no conformidad. - Definición de rendimiento actual. - Definición de objetivos y metas. - Formación del equipo de entrenamiento. 	<ul style="list-style-type: none"> - Calendario. - Comité de seis sigma. - Cartas de proyecto (Metas). - Diagramas de flujo. - Métricas sigma: estimación inicial. 	<ul style="list-style-type: none"> - Lluvia de ideas. - Diagrama de SIPOC.
M	<ul style="list-style-type: none"> - Recopilación de datos sobre la situación actual. - Identificación de posibles causas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Plan de recolección de datos (estandarización). - Métricas sigma: evaluación inicial. - Priorización de causas (pareto). 	<ul style="list-style-type: none"> - Diagrama de Pareto. - Gráficos de control. - Mapa de proceso.
A	<ul style="list-style-type: none"> - Identificación de causas basada en datos. - Identificación de relaciones entre variables. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sesiones de lluvia de ideas. - Diagrama de ishikawa. - Análisis de datos de FMEA. 	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis lógico. - Prueba de hipótesis. - Lluvia de ideas. - Diagrama de ishikawa.
I	<ul style="list-style-type: none"> - Priorización de causas a través de FMEA (modo de falla y análisis de efectos). - Definición de proceso mejorado. - Aseguramiento de las acciones implementadas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Plan de acciones correctivas. - Estandarización de procesos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Lluvia de ideas.
C	<ul style="list-style-type: none"> - Cuantificación de los beneficios del proyecto. - Comunicación de cierre de proyecto. 	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluación métrica del proceso mejorado. - Plan de monitoreo de acciones correctivas implementadas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Gráficos de control. - Estadísticas descriptivas.

Fuente: Girmanova et al. (2017).

Según Navarro et al. (2017) su objetivo se centra a los procesos para aumentar su capacidad y así se genere un porcentaje mínimo de defectos por cada millón producido; con ello lograremos que estos defectos sean invisibles para el cliente (p.4). Detalle ciclo del DMAIC paso a paso.

Definir (D): Se define el equipo, el alcance de la aplicación y de los objetivos y además resultados del proyecto; Se prepara el mapeo de procesos y se seleccionan los problemas críticos a trabajar, estimando posibles resultados.

Medir (M): Los indicadores que se utilizarán para determinar comparar el real con lo que se ha logrado (Albertin y Guertzenstein, 2018, p.99).

Analizar (A): Comprueba los datos recopilados y el proceso en sí para determinar las causas de cada problema (Albertin y Guertzenstein, 2018, p.99).

Mejorar (I): Genera, determina e implementa posibles soluciones para cada problema identificado y las prueba a pequeña escala para descubrir si realmente mejoran el rendimiento del proceso y se analizan los resultados.

Controlar (C): Desarrolla, documenta e implementa un plan que garantiza que la mejora del rendimiento se mantenga en el nivel deseado. Este incluye estandarización y documentación del proceso (Luiz y Tsan, 2018, p. 128).

DPMO: (Defects per Million Opportunities).

La Metodología 6 σ según Navarro, Gisbert y Pérez (2017) indican que en un corto plazo aporta soluciones, logrando eliminar problemas que son reiterativos y además se compone de un diseño robusto, estandariza los procesos para minimizar no conformidades y seleccionar productos que cuenten con la suficiente calidad para ser distribuidos al cliente (p.3). Para ello el DPMO calculado deberá representar el nivel sigma de “3,4”. Ya que Mody (2015) indica que este sirve para establecer el nivel sigma en el que se encuentra nuestro proceso; en el cual mientras el número DPMO sea más pequeño el nivel sigma es más alto y como el “sigma” representa variaciones. Un nivel recomendable Six Sigma debe representar 3,4 DPMO (p.104).

Costos:

Se define el costo según Polo (2013) como gastos (erogaciones) y causaciones (pagos de anomalías que sucedan en el proceso) estas se efectúan en la producción ya que son indispensables para la fabricación y/o prestación de servicios, así mismo debe generar ganancia en el menor caso posible (p.17). Describimos, erogaciones como gastos y causaciones son reconocimientos de hechos económicos que afectan a la producción.

Costos de producción:

Según Hoyos (2017) los costos de producción es la sumatoria amplia de los costos de: materiales directos (MD), mano de obra directa (MOD), y costos generales de producción (CIF) (p.17).

Costos de materiales directos (MPD). Son el costo de adquisición de todos los materiales que pasan a formar parte del objeto de costo (por ejemplo, unidades que se han completado o procesado) a lo largo del tiempo. Según Hoyos (2017), el costo de adquisición de materiales directos incluye el flete de entrega (entrega entrante), el impuesto a las ventas y los derechos de aduana. (Página 34).

Costos de mano de obra directa (MOD). Para Hoyos (2017) Son las compensaciones de toda la mano de obra de producción que se considera parte del objeto de costo (por ejemplo, unidades que se han completado o se están procesando) (p.45). Ejemplos incluyen los beneficios adicionales y salarios que se pagan a trabajadores de la línea de montaje y operadores de máquinas.

Costos generales de producción (CIF). Según Hoyos (2017) Todos los costos de producción considerados como parte del objeto (por ejemplo, productos terminados o unidades en proceso), pero el objeto de costo no se puede rastrear de una manera económicamente viable (p.57). Incluyen abastecimiento, energía, mano de obra indirecta, materiales indirectos, renta a la planta, impuesto predial sobre las instalaciones, seguros de la planta, depreciación de la planta y la compensación de administradores de la planta. Además para Polo (2013) incluyen costos generales de fábrica, costos indirectos de producción y costo de carga fabril (p.24).

Costo Primo (CP):

Para Garrido, Merino y Colcha (2018) Es el costo específico para la fabricación de un determinado producto y se identifica como la suma de materias primas directas y mano de obra directa. (p.11).

Costo de Conversión (CC):

Para Garrido, Merino y Colcha (2018) Conforman la mano de obra directa y los costos indirectos de fabricación, se llama así porque convierte a la materia prima directa en producto terminado (p.11).

Defectos:

“Un defecto de fabricación es un defecto no intencionado del fabricante ". También se define como un defecto de fabricación que se produce cuando" el producto se desvía de su diseño esperado incluso si se han tomado todas las medidas posibles durante la preparación y venta del producto.". (Defects in Manufacturing, 2018 Párr. 3).

Costo de producción unitario (CPu):

Según Vallejos y Chiliquinga (2017) se obtiene dividiendo el costo de producción por el número de unidades producidas (p.11).

Reducción de costos:

Definiremos reducción de costos al actuar rápidamente ante los problemas o percances que se presente mediante el procesamiento de fabricación y/o producción con el único fin de optimizar costos que puede ser en materia prima, recursos, mano de obra, etc. Antes que afecte el producto final. Para Conza (2017) Esta gestión incluye la supervisión y seguimiento de los procesos en toda la línea de producción, ya sea en el diseño de productos y / o servicios, con el fin de reducir el costo de los procesos (p.36).

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Enfoque cuantitativo de la investigación: Cuantitativo, según Hernández et al. (2014) estos resultaran del cálculo con el análisis estadístico, con el fin de obtener y entender la manera en que se comporta la variable y así mismo reafirmar lo teórico (p.5). Además se dice que es de enfoque cuantitativo porque abarca el análisis de información numérica y para ello se consideran los niveles de medición que recurren a las técnicas de recolección, tabulación, organización, etc. (estadísticas descriptivas o de inferencia) (Sánchez, Reyes y Mejía, 2018. p.16). Porque los estudios se basan a la medición numérica, el problema es delimitado y se hará uso de la toma de muestras o datos para demostrar o evidenciar la teoría o hipótesis.

Tipo de investigación

Aplicada, según Sánchez, Reyes y Mejía (2018) porque saca provecho de los conocimientos que se han logrado por la investigación teórica para conocimiento o básica para la solución de problemas inmediatos (p.79). Porque emplea conceptos teóricos de la metodología 6-sigma para solucionar la problemática de la organización en el cual enfocaremos el análisis de nuestro estudio, también llamado como tipo de investigación utilitaria o pragmática.

Nivel de la investigación

Es explicativo, según Sánchez, Reyes y Mejía (2018) Son las investigaciones que se orientan a la constatación de hipótesis causales. También con las que se aspira fijar las causas de todos los fenómenos físicos, eventos o acontecimientos sociales que se estudian (p.66). El estudio explicativo se emplea en investigaciones causales comparativas como es nuestro PI. Porque se orienta a comprobar la hipótesis causal.

Diseño de la investigación

Es experimental, porque se aplicó la variable independiente = VI (six-sigma), para mejorar la variable dependiente = VD (costo de producción) mediante un análisis pre-experimental de “pre y post” test. Son diseños experimentales tal como indican Sánchez, Reyes y Mejía (2018) porque el investigador adopta un procedimiento en el cual tendrá un control estricto de las variables de estudio de manera explicada y causal (p.90).

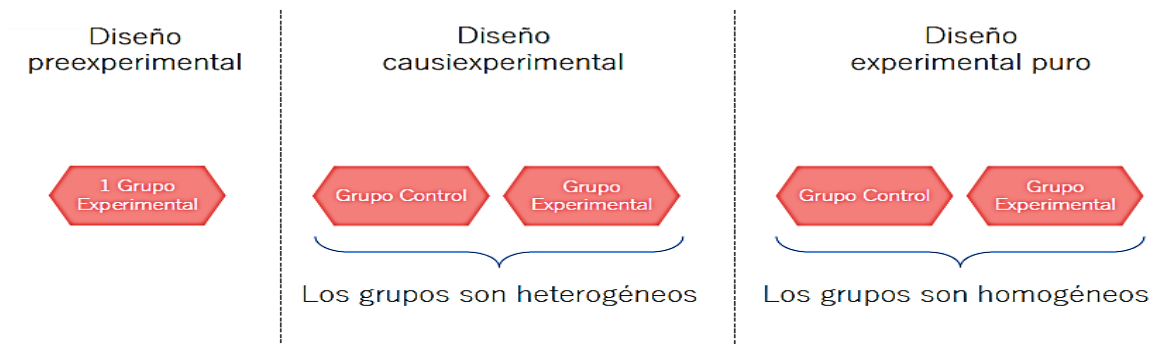


Figura. 5: Diseños experimentales

Fuente: (Baldárrago 2018, p. 8)

Alcance de la investigación: Es pre experimental, según Sánchez, Reyes y Mejía (2018) se dice pre-experimental al efecto de una variable independiente que se concluye de la dependencia entre el análisis pre-test y el pos-test de un solo grupo (p.53) del cual se deriva la siguiente formula:

$$G = O1 \times O2$$

Dónde: O1 : Pre-test.

X : Presencia de VI (variable independiente) o experimental.

O2 : Pos-test.

Porque existe un control mínimo de la VI, se trabaja solo con un grupo (G) al cual se le adhiere un estímulo a través de la implementación del six-sigma, para determinar su efecto en la VD costo de producción, aplicando un pre y post prueba luego de aplicado el estímulo.

¿Qué es un diseño pre-experimental?	Los diseños pre-experimentales son diseños de <i>un solo grupo donde el grado de control es mínimo</i> .
¿Cuáles son los tipos de Diseño Pre-Experimental?	Los principales tipos son: a) <u>Estudios de caso con una sola medición</u> G---X---O b) <u>Diseño de pre-prueba/pos-prueba con un solo grupo</u> G---O1---X---O2
	G= grupo X= tratamiento (VI) O= test o medición (VD)

Figura. 6: Diseños preexperimentales

Fuente: (Millones, 2020)

3.2 Variables y Operacionalización

Variable independiente: Metodología Six Sigma.

Para Murillo (2017?) es la propiedad o característica que supone la causa de un determinado fenómeno estudiado. La VI es un término muy utilizado para los proyectos de investigación para señalar la variable que el investigador va a manipular (p.9). Para eso se emplea el DMAIC que es una integración de la metodología 6 Sigma en el cual se logra mejoras eliminando los pasos del proceso que no son productivos para lograr el objetivo. Con respecto a la integración de las herramientas DMAIC, Brito et al. (2015) señalan que la estrategia Six Sigma es el ciclo DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar). Las fases: definición del proyecto; medir y evaluar el proyecto; Análisis pasivo; desarrollo de ensayos; métodos y acciones judiciales proactivas; y controlar los resultados, asegurar organizaciones el uso de Six Sigma de manera disciplinada y metódica, y la correcta ejecución de los proyectos. Rodrigues (2014) aclara que Six Sigma busca asociar acciones de mejora continua en los procesos [...], buscando los mejores y más efectivos resultados y no solo las no conformidades de procesos (p.37).



Definir:

En esta etapa de nuestra investigación nos enfocamos a definir los problemas para ello se realizó actividades que nos ayudaron a definir todo los problemas u ocurrencias que hay en el proceso y para el seguimiento de esta etapa se hizo uso de la siguiente formula:

$$\text{Cumplimiento de actividades} = \frac{\text{Actividades revizadas para definir}}{\text{Actividades planeadas para definir}} \times 100$$

Medir:

¿Qué medir? En esta etapa se midió el desempeño pre del proceso que se quiso mejorar para lo cual se elaboró un plan de recolección de datos de todas las definiciones del problema realizadas en el paso anterior y para ello se aplicó la siguiente formula:



$$\text{Cumplimiento de mediciones en el proceso} = \frac{\text{Mediciones realizadas}}{\text{Mediciones programadas}} \times 100$$

A



ANALYZE

Analizar:

¿Qué está mal? Recolectado la información de los pasos anteriores se inició con el análisis para determinar la causa raíz del defecto o problema, y comprender la variación para identificar las causas críticas o potenciales, para ello se hizo uso la formula siguiente:

Cumplimiento de análisis de causas

$$= \frac{\text{Causas analizadas real}}{\text{Total de causas para analizar}} \times 100$$

Cumplido el análisis e Identificada la causa potencial sé analizó el desarrollo o prueba de las posibles soluciones planteadas, para ello se pasó al siguiente paso o fase.

I



IMPROVE

Mejorar:

Se implementó soluciones que ayuden mitigar el problema raíz y verificar los resultados en base a las expectativas planteadas, realizado esto se inició con la implementación del plan con las mejoras conseguidas (estandarizamos el proceso), para este paso aplicaremos la siguiente formulación:

$$\text{Cumplimiento de implementación de plan} = \frac{\text{Total de plan ejecutado}}{\text{Total de plan programado}} \times 100$$

Controlar:

¿Cómo controlo? Identificado los problemas y estandarizado los procesos, se inició con capacitaciones para los empleados (operativos, administrativos y alta gerencia) para que no vuelvan a incurrir de nuevo a las deficiencia mitigadas.

C



CONTROL

$$\text{Cumplimiento de capacitaciones} = \frac{TCE}{TCP} \times 100$$

Dónde: **TCE:** Total Capacitaciones Ejecutadas y

TCP: Total Capacitaciones Programadas.

Variable dependiente: Costos de producción.

Según Murillo (2017?) Es la variable que integra o recopila cambios provocados por la manipulación de la variable independiente. Esto será lo que debemos observar, lo que mediremos, y lo más importante nos brindará información a considerar (p.10).

Costos de producción (CPD). Para Polo (2013) Son las que incurren en la fabricación de un bien en un período determinado MPD, MOD y carga fabril (CIF) (p.27). (CF), este costo de producción es la sumatoria de los siguientes costos:

MPD : Materia prima directa.

MOD : Mano de obra directa.

CIF : Costos indirectos de fabricación.

$$CPD = MPD + MOD + CIF$$

Costo Primo. Es el costo de los materiales directos más el costo de la mano de obra directa. Como muestra su costo, es la suma de los dos costos principales de un producto o servicio.

$$Costo Primo = MPD + MOD$$

Costo de Conversión. Es el costo de la Mano de Obra Directa sumado con los costos indirectos de fabricación. Representan el costo de conversión de materias primas.

$$Costo de conversión = MOD + CIF$$

Costos de defectos: Se calcula el costo de los envases con defectos u observados que no cumplen las especificaciones para ello se usa la siguiente formula: $CD = \frac{CT}{Q} \times total\ de\ envases\ con\ defectos$

3.3 Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis

Sujeto de estudio.

Según Nel, el sujeto de estudio es cualquier elemento que proporcione información sobre el fenómeno en estudio (2015, p.95). El sujeto de estudio considerado para la explicación de la investigación, será el proceso de producción de envases para perfumes.

Población

Según Valderrama, se trata de un grupo de elementos finitos o infinitos con características comunes que se pueden observar en cualquier momento. Por tanto, podemos hablar de beneficiarios de hogares, empresas, instituciones, votantes, automóviles y programas de distribución de alimentos en zonas de extrema pobreza (2013, p.182). La población de esta investigación está compuesta por la fabricación de todos los envases de perfumes, se tomará esta población ya que se trata de un conjunto de elementos finitos con características comunes, que nos ayudarán a determinar las conclusiones de la investigación, y luego estarán restringidos por las preguntas y propósitos de la investigación. Hernández et al. (2014) mostraron que cada población es una colección de todos los elementos con una serie de características. (Página 174). La población de estudio serán los datos cuantitativos sobre los problemas ocurridos que originaron el alto costo de producción de envases para perfumes y sus dimensiones costo primo y costo de conversión.

Muestra

La muestra es una porción representativa de un grupo (población o universo), es de representación porque refleja la misma característica del grupo si aplicamos la técnica adecuada de muestreo. Para esta investigación se tomó una muestra de 25 datos para realizar el análisis pre test, que fueron los envases fabricados en los meses de diciembre 2019, enero 2020 y febrero 2020, considerando que este número es variable (no es constante). Para la etapa post test se tomó los datos de un período similar.

Muestreo

Valderrama (2013) indica que si la población es similar a la muestra, no es necesario hacer muestreo (p.123). Es un censo, es decir se toma a toda la población. Para esta investigación no se hará muestreo pues los datos no superan los 50 datos en parejas relacionadas.

Criterios de exclusión e inclusión

Se excluirá todos los días que no se tenga orden de producción de envases para perfume, domingos y feriados no son laborables.

Se incluirá solo los días que se produce envases (similar a los datos pre tomados de los tres meses para análisis) para perfume ya que es nuestra línea de estudio en la investigación actual.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Metodología.

Según Baena, (2017) Son necesarios para saber cuál es el camino ideal. Se trata de una disciplina que estudia, analiza, promueve y perfecciona este método, que se enriquece y encarna en todas las ramas de la ciencia (p. 68).

Método.

Según Baena, (2017) método significa seguir un camino de una serie de acciones y reglas preestablecidas para lograr los resultados recomendados. Ejemplo método deductivo (p. 68).

Técnicas.

Para Baena (2017, p.68), estas técnicas se convierten en una respuesta al "cómo hacer" y permiten aplicar el método en su campo de aplicación, son prácticas conscientes y reflexivas diseñadas para apoyar el método del proyecto. La técnica es un arte o una forma de conocer. Para Hernández et.al, se refiere a recolectar los datos pertinentes sobre los atributos, conceptos o variables de las unidades de análisis. Así también Para Baena, es necesario realizar un análisis de los datos registrados en los documentos de las actividades realizadas e investigadas en el estudio (2017, p.72).

Las técnicas utilizadas han sido las siguientes:

Observación Directa: Se realizó una observación del proceso de almacenamiento para recolectar datos y posterior elaborar los gráficos de procesos. Para Baena, la observación directa es una forma en que el mismo investigador se propone recopilar información, sin dirigirse a los sujetos involucrados; recurre directamente a su sentido de observación. Se procedió por observación directa cuando la información investigada esté directamente disponible. La guía de observación está diseñada para observadores (2017, p.72).

Observación experimental: Se efectuó para medir los productos defectuosos en cada proceso de fabricación (orden de servicio). Además, sirvió para el análisis posterior a la aplicación de la metodología de mejora (Seis Sigma).

Revisión de documentos: Se realizó un análisis de los documentos donde se anotaron los datos de las actividades realizadas.

Instrumento.

Estos instrumentos para Gómez y Amaya (2013) tienen como objetivo ser eficaces, confiables y funcionales para poder ser utilizados por otros profesionales para evaluar conceptos principales y por ende lograr el propósito de investigación (p.4), así también indica Ngulube (2014) El tipo del instrumento de recolección de datos utilizado depende del diseño de investigación del estudio (p. 396). Para el desarrollo de la investigación hicimos uso de los instrumentos siguientes:

- **Tomas fotográficas.** Se obtuvo fotografías de los productos observados las cuales fueron separadas, las mismas que se muestran en la aplicación de la metodología.
- **Datos de productos observados.** Para analizar la cantidad total de datos.
- **Formatos de revisión.** (reporte de inspección de productos terminados), Se recopiló información de lote de fabricación.
- **Reporte de SAP.** Se extrajo datos y proceder con el análisis comparativo de la situación pre con la fase experimental, aplicando diagramas y gráficos.
- **Registros de capacitación.** Para implementar la metodología Six Sigma.
- **Aplicación del Minitab.** Según Chatfield, (2016) MINITAB es un dispositivo interactivo. El sistema informático estadístico, que es muy fácil de usar Para realizar funciones estadísticas de la variable de investigación. (303. p)

- **Uso del Excel.** Para evaluar en resumen los datos obtenidos.

Validez del instrumento de medición.

La validez para Hernández et.al (2014) se refiere al nivel de la herramienta que realmente mide la variable que quiere medir (p. 148). La validez del contenido está en función a la información que se ha obtenido del sistema SAP y que está ha sido previamente analizada para anotar los productos que si tenían producción en el años 2019 y para eliminar a los productos que no tenían producción.

Para la investigación, la validez del instrumento se obtiene recurriendo al juicio de tres (03) docentes expertos en la rama de la Universidad César Vallejo. Los documentos se pueden visualizar en el anexo, con el cual validamos el presente trabajo.

Confiabilidad.

Según Hernández et.al (2014) Es un instrumento de medición que se puede aplicar repetidamente al mismo objeto o individuo para producir el mismo nivel de resultados (p. 173). Es la credibilidad de instrumentos para el análisis y obtención de datos consistentes que la empresa brinda para la ejecución de la investigación, estos datos se han extraído de los reportes del software ERP-SAP con aprobación del gerente de la organización de estudio, según la data requerida a evaluar o analizar. En la data mostrada que corresponde a todo el año 2019 no se ha presentado ninguna observación sobre la integridad y precisión de la data y también existe reuniones mensuales con el proveedor para evaluar posibles mejoras del sistema.



Figura. 7: Retrato de la confiabilidad y validez

Fuente: (Hernández et.al 2010, p. 205)

3.5 Procedimientos.

En las investigaciones experimentales se analiza la variable de respuesta o dependiente, por lo que, el modo de recolectar los datos de costo de producción de envases para perfumes será mediante los reportes de producción los cuales se acumularán por lote producido.

1. Breve reseña de la empresa.
2. Situación actual que problemas se presenta (especificar área, cómo se manifiesta).
3. Mostrar los datos pre.
4. Desarrollo de la mejora.
5. Mostrar los datos post test.
6. Análisis económico financiero.

3.6 Método de análisis de datos.

El análisis de datos que se realizó en este estudio es descriptivo e inferencial, teniendo en cuenta los datos recogidos por las herramientas que se utilizaron:

Con los datos recolectados del método anterior y del método propuesto de acuerdo con la variable de estudio dependiente y sus dimensiones se cuantificaron los valores antes y después de la aplicación de 6 Sigma se cuantifican en cada día del análisis.

Se aplicó la prueba de normalidad a las diferencia de los datos antes y después tanto del costo primo como del costo de conversión o de fabricación para conocer si son paramétricos o no paramétrico los datos de la diferencia y con esto sabremos si utilizar la prueba T-student para pares relacionado o la prueba de Wilcoxon para pares relacionados con ayuda del uso del software SPSS Versión 22 y Microsoft Excel.

3.7 Aspectos éticos

La información para consignar en la investigación provino de fuentes veraces; respecto a la información a ser consignada, se respetará y consignará a los autores de tesis, libros y fuentes de información diversa a ser utilizados. Los criterios que

regirán el desarrollo de la investigación están basados en aspectos éticos como la beneficencia, no maleficencia, autonomía y justicia.

3.8 Proceso actual y mejora

Respecto al enfoque con relación a la propuesta de mejora; primero, se hizo referencia a detalles referidos a algunos alcances relacionados con la empresa; esto es; la información general, el mercado en el que se desenvuelve; luego, se comentó el análisis, seguido de la identificación de la mejora a ser desarrollada, los detalles de la propuesta al ser implementadas y los resultados que se obtuvieron producto de la implementación para luego proceder con el análisis de los resultados obtenidos.

3.8.1 Breve reseña de la empresa

Colca Del Perú S.A., es una empresa familiar con capitales 100% peruanos, que ofrece soluciones profesionales a sus clientes y servicio personalizado, son importadores y distribuidores de materias primas plásticas desde el año 1990. Actualmente fabrican y comercializan envases plásticos termo-formados reciclables, ideales para alimentos frescos, provee envases con generadores de dióxido de azufre (SO₂) a los agroexportadores de uvas, también fabrican envases para perfumes según especificaciones del cliente. Tiene como Visión “consolidar el respaldo y la lealtad de sus clientes, y ganar más presencia en el mercado nacional de plásticos ofreciendo respuesta rápida a requerimientos de nuevos clientes”. Su Misión es “Ser proveedores de materias primas plásticas e insumos para la agroindustria en todo el país, brindando soluciones integrales y una rápida respuesta a las solicitudes de nuestros clientes”. Los valores que respaldan a la organización son la lealtad, la responsabilidad, la competitividad y el compromiso. A la fecha cuenta con dos locales que se encuentran distribuidos en el departamento de Lima y son:

- Unidad administrativa financiera : Av. Luis Galvani Nro. 123 Ate – Lima.
- Unidad de producto terminado : Av. Santa María Nro. 249 Ate – Lima.

La empresa cuenta con la página web: <http://www.colcadelperu.com>

A continuación, la Figura 8 muestra el organigrama general de la empresa de investigación.

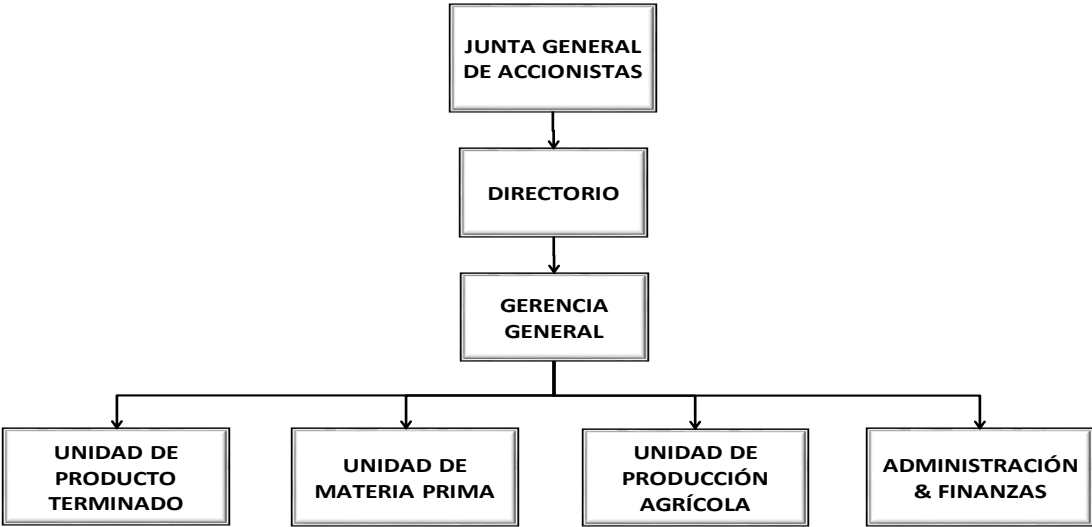


Figura. 8: Organigrama general de la empresa Colca del Perú.

Fuente: Elaboración propia.

El presente proyecto se realiza en el área de producción que está ubicada dentro de la Unidad de producto terminado (Figura 9).

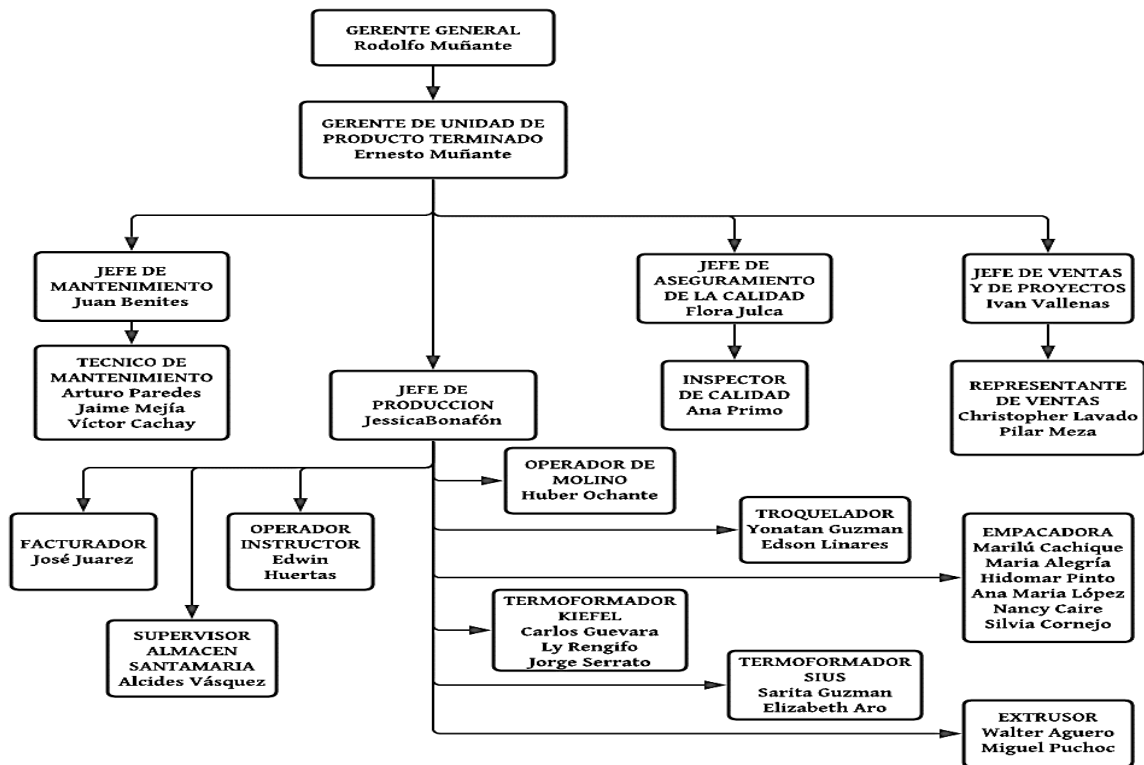


Figura. 9: Organigrama de la unidad de producto terminado

Fuente: Elaboración propia.

La responsabilidad fundamental del equipo de trabajo en producción es cumplir con la fabricación de envases para perfume que los clientes solicitan mediante una orden de compra (Figura 10).

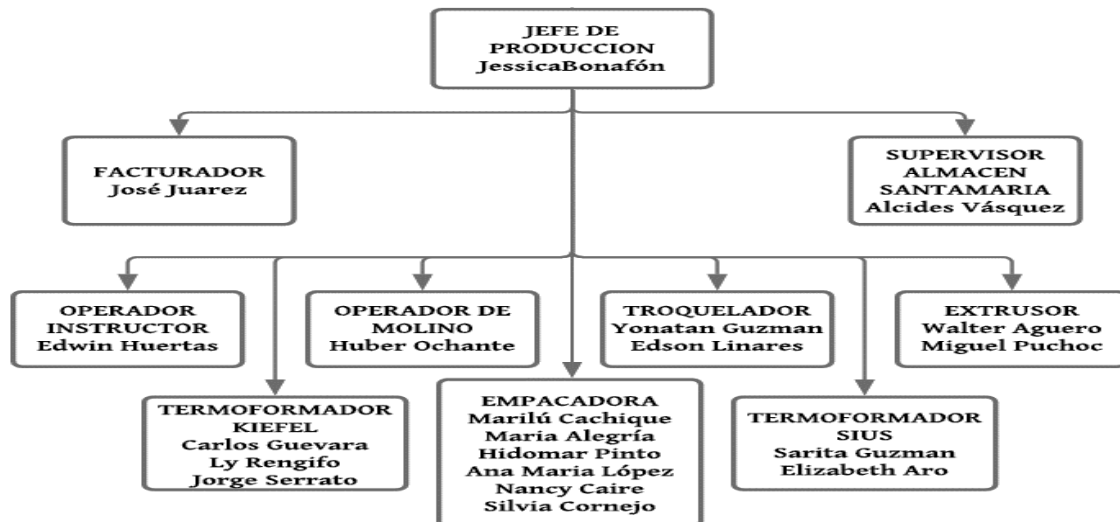


Figura. 10: Organigrama del área de producción.

Fuente: Elaboración propia.

3.8.2 Situación actual que problemas se presenta

Actualmente existe un elevado costo de producción en la fabricación de envases para perfume el cual afecta la rentabilidad anual y no logra cubrir lo presupuestado en base al margen de error que la organización contempla, Para ello iniciaremos con la implementación de este informe de investigación que se centra en la aplicación de la metodología Six Sigma con el cual se logró evaluar y reducir la variabilidad de las tareas críticas que influyen en el proceso de producción.

Descripción del área de trabajo:

El área en el cual se ejecuta la implementación está conformado por:

- Una termoformadora de 2 estaciones.
- Una Troqueladora.
- Una mesa de inspección.
- Una mesa de empaque.

Descripción de los procesos:

Primero: El asistente de troquelado lleva la bobina de la sección de productos en proceso de extrusión hacia la zona de termoformado, para luego instalar la bobina en la termoformadora.

Segundo: En la termoformadora (de dos estaciones) trabajan 2 termoformadores, uno por estación, termoformando la lámina.

Tercero: Cada Termo-formador pesa y registra las planchas termoformadas que se han acumulado.

Cuarto: Luego el material pasa al troquelado, donde se encuentran el troquelador quien maneja de la prensa y su asistente que prepara los troqueles.

Quinto: Luego el personal de selección se encarga de separar los productos defectuosos.

Sexto: Una vez seleccionados se procede a limpiar los productos con la escobilla de plástico y el soplete de aire, para eliminar pelusas.

Séptimo: Finalmente el producto es empacado de acuerdo a la cantidad que se indique por tipo de producto.

Detalle de los procesos:

1º: Termoformado: Proceso realizado en una termoformadora de 2 estaciones en la cual trabaja un operario por estación.

2º: Troquelado: El proceso empieza cuando el asistente de troquelado prepara el troquel, luego el troquelador coge el troquel, lo centra en la prensa y proceda a prensarlo. El asistente de troquelado finalmente recibe la plancha troquelada y hace la descarga sobre la mesa de inspección. También tenemos un tema importante de seguridad en la prensa: 2 botones verdes para accionar la prensa lo que asegura que las manos del operario queden libres de riesgo.

3º: Selección e inspección: Este proceso se realiza en la mesa de inspección por una operaria que se encarga de seleccionar las bandejas separando bandejas defectuosas de las buenas. Las buenas se van apilando para que luego pasen a otra mesa.

4º: Empaque: El empaque parte desde que la empacadora coge las columnas apiladas para posteriormente “sopletearlas” limpiándolas así de las “pelusas” y restos de viruta que pudiesen quedar en las bandejas. Luego apila las bandejas en un número determinado (de acuerdo al tipo) para colocarlas finalmente en la caja o paquete.

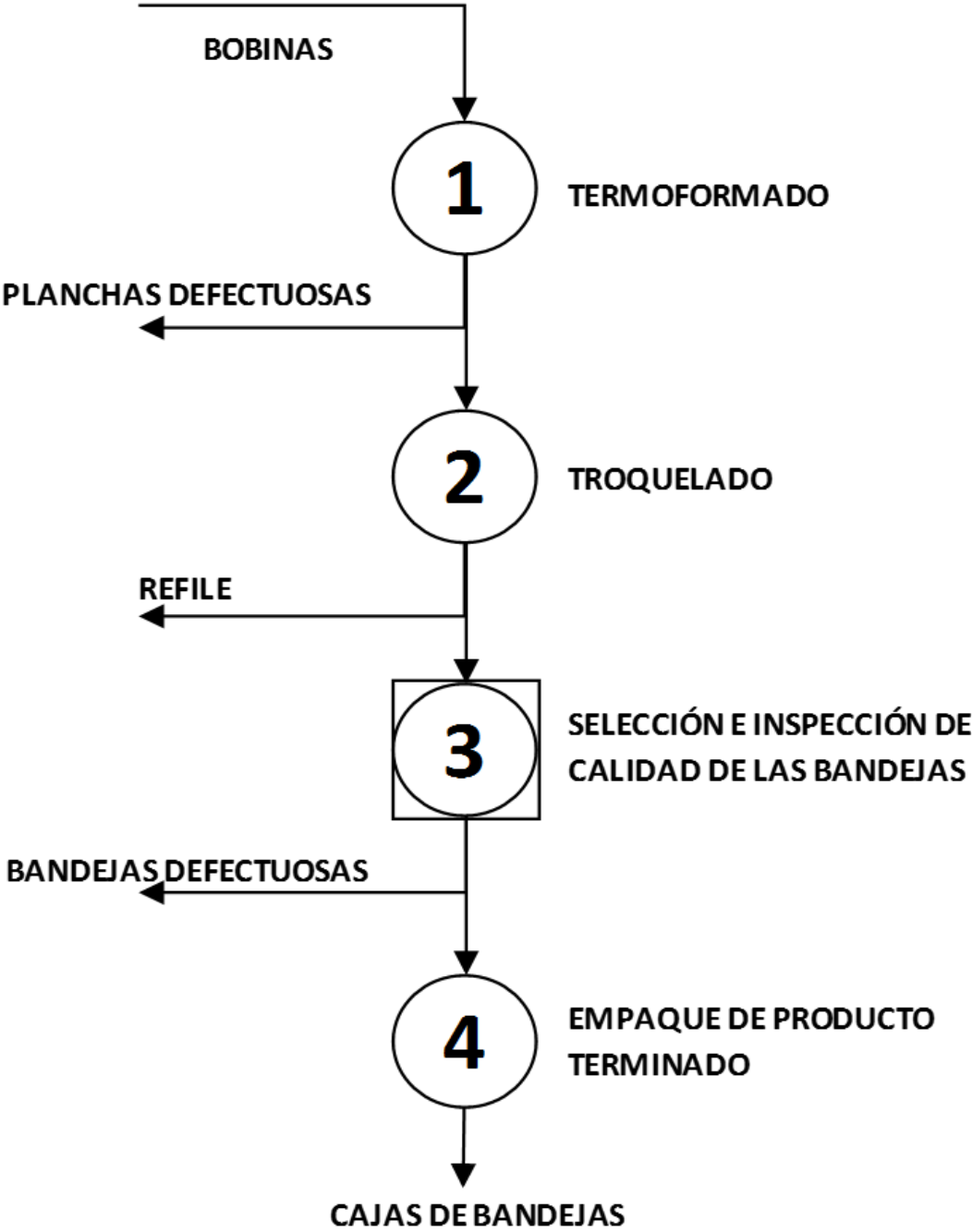


Figura. 11: DOP del área de producción antes de la mejora.

Fuente: Elaboración propia.

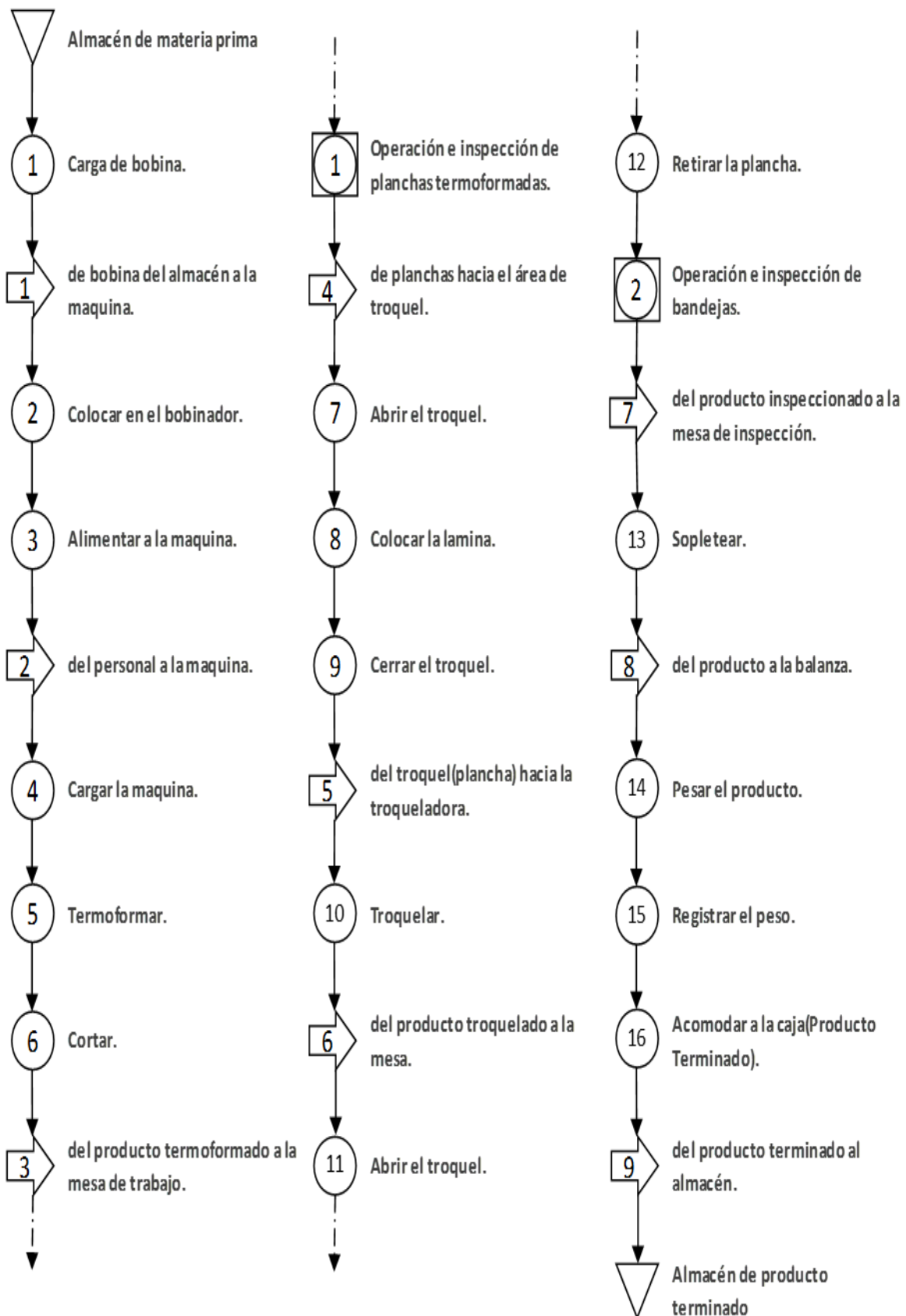


Figura. 12: DAP del área de producción antes de la mejora.

Fuente: Elaboración propia.

3.8.3 Mostrar los datos pre test

Por lo indicado en el problema principal el comportamiento de los costos de producción en la fabricación de envases antes de aplicar el Six Sigma es como se muestra o refleja en la siguiente tabla 7, esta información fue recopilada de fichas de evaluación, hojas de registro en Excel importados del sistema SAP.

Tabla 7: Tabla de costos de producción pre-test.

Fecha	Producto	Uni. De orden de Pedidos	Costos de Materiales Directos (MPD)	Costos de Mano de Obra (MOD)	Costos Indirectos de Fabricación (CIF)	Costo Primo (CP)	Costo de conversión (CC)	Costos de Producción (CPD)
Dic-19	0.40 con	5000	\$ 84,90	\$ 93,90	\$ 50,90	\$ 178,80	\$ 144,80	\$ 229,70
Dic-19	0.40 sin	4800	\$ 84,90	\$ 76,00	\$ 48,80	\$ 160,90	\$ 124,80	\$ 209,70
Dic-19	0.40 sin	5400	\$ 84,90	\$ 76,00	\$ 48,80	\$ 160,90	\$ 124,80	\$ 209,70
Dic-19	0.50 con	3000	\$ 105,90	\$ 97,50	\$ 58,40	\$ 203,40	\$ 155,90	\$ 261,80
Dic-19	0.50 con	3500	\$ 105,90	\$ 97,50	\$ 58,40	\$ 203,40	\$ 155,90	\$ 261,80
Dic-19	0.50 con	2300	\$ 105,90	\$ 97,50	\$ 58,40	\$ 203,40	\$ 155,90	\$ 261,80
Dic-19	0.60 con	2200	\$ 125,60	\$ 97,10	\$ 64,50	\$ 222,70	\$ 161,60	\$ 287,20
Dic-19	0.60 con	6000	\$ 125,60	\$ 97,10	\$ 64,50	\$ 222,70	\$ 161,60	\$ 287,20
Dic-19	0.60 con	2800	\$ 125,60	\$ 97,10	\$ 64,50	\$ 222,70	\$ 161,60	\$ 287,20
Ene-20	0.40 con	2500	\$ 84,90	\$ 93,90	\$ 50,90	\$ 178,80	\$ 144,80	\$ 229,70
Ene-20	0.40 con	5400	\$ 84,90	\$ 93,90	\$ 50,90	\$ 178,80	\$ 144,80	\$ 229,70
Ene-20	0.50 con	1800	\$ 105,90	\$ 97,50	\$ 58,40	\$ 203,40	\$ 155,90	\$ 261,80
Ene-20	0.50 con	1200	\$ 105,90	\$ 97,50	\$ 58,40	\$ 203,40	\$ 155,90	\$ 261,80
Ene-20	0.50 con	3200	\$ 105,90	\$ 97,50	\$ 58,40	\$ 203,40	\$ 155,90	\$ 261,80
Ene-20	0.50 con	4000	\$ 105,90	\$ 97,50	\$ 58,40	\$ 203,40	\$ 155,90	\$ 261,80
Ene-20	0.50 con	2000	\$ 105,90	\$ 97,50	\$ 58,40	\$ 203,40	\$ 155,90	\$ 261,80
Ene-20	0.60 con	800	\$ 125,60	\$ 97,10	\$ 64,50	\$ 222,70	\$ 161,60	\$ 287,20
Ene-20	0.60 con	4200	\$ 125,60	\$ 97,10	\$ 64,50	\$ 222,70	\$ 161,60	\$ 287,20
Feb-20	0.40 con	5300	\$ 84,90	\$ 93,90	\$ 50,90	\$ 178,80	\$ 144,80	\$ 229,70
Feb-20	0.40 sin	4800	\$ 84,90	\$ 76,00	\$ 48,80	\$ 160,90	\$ 124,80	\$ 209,70
Feb-20	0.50 con	3200	\$ 105,90	\$ 97,50	\$ 58,40	\$ 203,40	\$ 155,90	\$ 261,80
Feb-20	0.50 con	3500	\$ 105,90	\$ 97,50	\$ 58,40	\$ 203,40	\$ 155,90	\$ 261,80
Feb-20	0.50 con	1800	\$ 105,90	\$ 97,50	\$ 58,40	\$ 203,40	\$ 155,90	\$ 261,80
Feb-20	0.60 con	850	\$ 125,60	\$ 97,10	\$ 64,50	\$ 222,70	\$ 161,60	\$ 287,20
Feb-20	0.60 con	2800	\$ 125,60	\$ 97,10	\$ 64,50	\$ 222,70	\$ 161,60	\$ 287,20

Fuente: Elaboración propia

De esta tabla 7 se puede observar la cantidad de envases elaborados en los 3 meses mencionados de los datos pre-test y el costo considerado por unidad (MOD, MPD y CIF) y el costo primo y costo de conversión.

Para los análisis respectivos mediante la metodología Six Sigma se hizo uso de análisis comparativos y el software Minitab 18.

3.8.4 Desarrollo de la mejora.

Proyecto de equipo six sigma.

Según R. Evans y M. Lindsay (2014) Se crea el equipo 6-Sigma porque se requieren múltiples habilidades que van desde el análisis técnico y el desarrollo de soluciones creativas hasta la implementación y están autorizados con la misión específica de desarrollar algo nuevo o realizar una tarea compleja. Se caracterizan por ser multifuncionales (traspasan los límites de diferentes departamentos o funciones) (p.61). Es importante señalar que antes de la implementación, se produjeron varias reuniones con los actores que están involucrados para determinar la jerarquía respectiva y seguimiento como se describe en las siguientes figuras 13 y 14.



Figura. 13: Estructura organizacional del proyecto Seis Sigma.

Fuente: Elaboración propia.

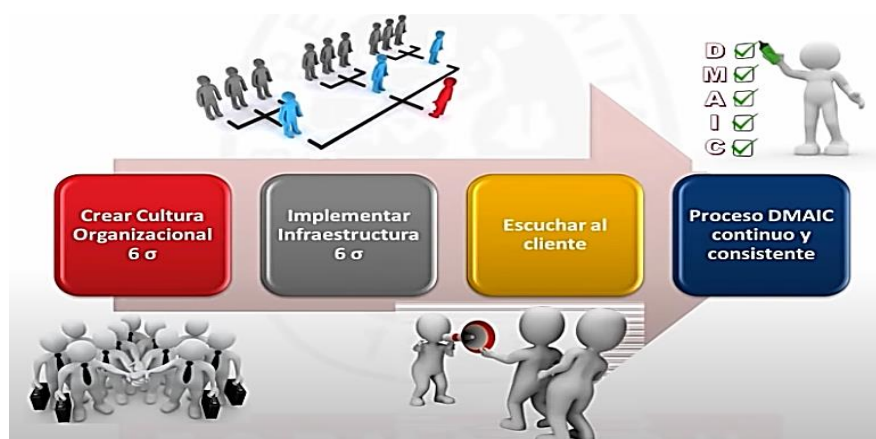


Figura. 14: Seguimiento de metodología DMAIC.

Fuente: Elaboración propia

Aplicación de la metodología DMAIC:

La aplicación de las etapas DMAIC consta de actividades a realizar en cada fase en donde se determinó las causales, para luego analizarlas, evaluarlas, compararlas y controlarlas. Para ello se disgregara los 3 meses post en 12 semanas para elaborar el cronograma de implementación, Ver tabla 8.

Tabla 8: Tabla resumen de aplicación del DMAIC por etapas.

ETAPAS	DESARROLLO DE METODOLOGÍA	MES DISGREGADO EN SEMANAS											
		JULIO				AGOSTO				SETIEMBRE			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
DEFINIR	Definición del equipo (rol y funciones)												
	Definir los CTQ de los clientes												
	Mapa de procesos (SIPOC)												
	Diagrama plan del proyecto												
	Otros diagramas adicionales												
MEDIR	Elaboración de diagramas												
	Identificación de causa raíz												
	Pruebas de medición												
	Medición con muestras (pre)												
	Nivel sigma actual												
ANALIZAR	Análisis de las pruebas												
	Análisis de las mejoras potenciales												
	Análisis de defectos												
	Análisis AMEF												
	Determinación de causas potenciales												
MEJORAR	Priorización de causas AMEF												
	Implementación de mejoras												
	Plan de pruebas post												
	Medición con muestras post												
	Revisión de indicadores mejorados												
CONTROLAR	Presentación de planes de control												
	Capacitaciones para seguimiento												
	Pruebas de comprobación												
	Otros datos de capacitación												
	Evaluaciones métricas de mejoras												

Fuente: Elaboración propia.

Desarrollo fase DEFINE (D):

En esta etapa se definió el equipo sigma para el desarrollo del proyecto en base a ello se programa actividades para definir los requerimientos del cliente ya sea interno o externo y se analiza el cumplimiento de estas porcentualmente para evaluar el estado actual y el posterior después de la implementación de mejoras, para ello se apoyara en la aplicación y desarrollo de las herramientas propuestas en cada etapa:

Tabla 9: Tabla de actividades programadas para definir.

IT	ACTIVIDADES PARA DEFINIR CTQ DE CLIENTES	CLIENTE	PONDERACIÓN DE CUMPLIMIENTO
1	Revisar especificaciones en orden de compra	INTERNO	SI CUMPLE = 1 NO CUMPLE = 0
2	Minimizar los reproceso por defectos		
3	Ajustar defectos a tolerancia propuesta (< 4%)		
4	Puntualidad en ejecutar pedidos		
5	Mantener indice de accidentabilidad en 0		
6	Cumplimiento de capacitaciones programadas		
7	Entregar molde para iniciar producción 2 días hábil	EXTERNO	
8	Cumplir estandares de calidad		
9	Cero no conformidades (Envases sin defectos)		
10	Orden y limpieza zona despacho		
11	Emitir certificado de producto 1 día hábil		
CTQ del Cliente: Parámetros de calidad críticos del cliente.			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10: Tabla cumplimiento de actividades para definir - Pre.

IT	ACTIVIDADES PROGRAMADAS PARA DEFINIR CTQ DE CLIENTES	PORCENTAJE SOLICITADO	PROM	PORCENTAJE PRETEST
1	Revisar especificaciones en orden de compra	100%	0.42	56.82%
2	Minimizar los reproceso por defectos		0.33	
3	Ajustar defectos a tolerancia propuesta (< 4%)		0.33	
4	Puntualidad en ejecutar pedidos		0.67	
5	Mantener indice de accidentabilidad en 0		0.92	
6	Cumplimiento de capacitaciones programadas		0.33	
7	Entregar molde para iniciar producción 2 días hábil		0.50	
8	Cumplir estandares de calidad		0.58	
9	Cero no conformidades (Envases sin defectos)		0.67	
10	Orden y limpieza zona despacho		0.75	
11	Emitir certificado de producto 1 día hábil		0.75	

Fuente: Elaboración propia.

Definición del equipo, roles y funciones:

Para desarrollar mejor el método Six Sigma se necesita un buen equipo de trabajo, por ello, a continuación se definen los integrantes del equipo de capacitación y proyecto basada en la experiencia del proceso, así mismo se detallará el rol que desempeñan y funciones a realizar, para ello integraremos a las gerencias general y de producción e involucrados que tengan razonamiento lógico y conocimientos en resolución de problemas dentro de la organización.

Tabla 11: Definición del equipo de trabajo y funciones.

ROL	INTEGRANTES	CARGO	FUNCIONES
Champions (Gerente de mejora continua)	Lic. Rodolfo Muñante	Gerencia General	<p>Los que asumen este rol son los ejecutivos y/o gerentes de división.</p> <p>Responsable del proyecto y de las</p> <ul style="list-style-type: none"> - aprobaciones de recursos y de planes de proyecto. <p>Trabajar cercanamente con los equipos con la finalidad de asegurar que todos los</p> <ul style="list-style-type: none"> - colaboradores entiendan los objetivos estratégicos de la metodología Six Sigma.
Black Belts (Coordinador de mejora continua)	Ing. Ernesto Muñante	Gerencia de Producción	<p>Es un ejecutor del Six sigma quien tiene un riguroso entrenamiento en métodos</p> <ul style="list-style-type: none"> - estadísticos usados para evaluar y analizar los datos y resultados en el proyecto Six Sigma. <p>Tener habilidades y conocimientos para liderar</p> <ul style="list-style-type: none"> - proyectos a través de la organización. <p>Actuar como miembros y entrenadores de</p> <ul style="list-style-type: none"> - Green Belts e identifican buenos proyectos para Six Sigma.
Green Belts (Responsables de los Procesos)	Jessica Bonafón Flora Julca Edwin Huertas Carlos Guevara	Jefe de Producción Calidad Técnico de producción Operarios de producción	<p>Los Green Belts son miembros de equipos de proyectos.</p> <p>Tener alto conocimiento del proceso en el cual</p> <ul style="list-style-type: none"> - se aplicara la metodología six sigma, se desempeñan usualmente a medio tiempo. <p>Son entrenados en metodologías de solución</p> <ul style="list-style-type: none"> - de problemas, DMAIC y herramientas de estadísticas básicas.

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 11 muestra los roles, posiciones y funciones del equipo del proyecto en el cual está incluido desde la alta gerencia hasta los operarios del área de producción.

Definir los CTQs de los clientes:

Para definir los requerimientos de los clientes internos (área de producción) y clientes externos (compradores) se hizo uso de la técnica focus group en el cual se delibero que el principal interés de la organización es reducir los defectos en la elaboración y/o fabricación de recipientes para perfume.

Tabla 12: Requerimientos críticos de clientes internos y externos.


TIPO	DETALLE	DESCRIPCIÓN DEL CTQs	REQUERIMIENTOS
Cliente interno	Área de producción	Minimizar los defectos de envases para perfume. Ajustar al porcentaje de tolerancia (4%)	Defetos no deben superar el 4% del total producido por orden de producción LES < 4.01% LEI >= 0%
Cliente externo	Compradores que distribuyen perfumes	Envases sin observaciones	Satisfacción del cliente

Fuente: elaboración propia.

Mapa de proceso y Análisis SIPOC:

En esta parte se presentará el análisis SIPOC del inicio a fin del proceso, esta herramienta se desarrolla en base al proceso actual, con el propósito de considerar todas las variables del proceso que puedan afectar las características del producto o proceso a evaluar.

Tabla 13: Análisis SIPOC del proceso.

S		I	P	O	C
MATERIA PRIMA				PRODUCTO TERMINADO	
IN				OUT	
PROVEEDOR	ENTRADA	PROCESOS		SALIDA	CLIENTE
Quien abastece la materia prima y otros	Ingreso de bobinas de poliestireno en diferentes espesores	Conjunto de actividades y equipos que intervienen en el proceso del producto (termoformadora)		Salida de envases para perfume, el cual pasa a corte y empaquetado del producto.	Comprador del producto (satisfacción del cliente)
Materia prima	Bobina de Poliestireno	Colocación de la lámina, calentamiento, formado en la maquina termoformadora.		Envases para perfume.	Satisfecho.

Fuente: Elaboración propia

La tabla 13 describe el diagrama de proceso que inicia en los proveedores de materia prima hasta la salida que es satisfacción del cliente y es en ello que se verifica cada paso del proceso.

Diagrama plan del proyecto:

En el mapa del proyecto se debe describir y aclarar el alcance, los objetivos del desarrollo, para así tener una comprensión general de lo que incluye el proyecto.

Tabla 14: Diagrama del proyecto.

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	PLAN DE EQUIPO
Proceso	Proceso en el cual se necesita una mejora continua	Área de Producción.
Descripción del proceso	Propósito del proyecto y sus alcances	Aplicación de la Metodología DMAIC para el área de producción.
Declaración del problema	Lo que el equipo busca mejorar	Reducir la variabilidad que tiene el proceso de producción.
Objetivo	Lograr aumentar el nivel sigma de 0.73 (actual) a 3.95 (futuro)	Reducir la los defectos que causan la baja producción en el área.
Miembros del equipo	Roles y funciones	Champions (Gerente de mejora continua) Lic. Rodolfo Muñante
		Black Belts (Coordinador de mejora continua) Ing. Ernesto Muñante
		Green Belts (Responsables de Procesos) Jessica Bonafón Flora Julca Edwin Huertas Carlos Guevara
Alcance del proyecto	Metodología utilizada en el proceso	METODOLOGÍA: Se usará el DMAIC (definir, medir, analizar, mejorar y controlar)
Clientes beneficiados	Clientes internos y externos satisfechos	Clientes internos: administrativos y planta Clientes externos: comprador.
Cronograma	Definir, medir, analizar, mejorar y controlar	8 semanas
Definición del recurso	Desarrollar el proyecto	Mejoras en el proceso de producción

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 14 enumera el diagrama del proyecto en detalle, incluido el proceso, la descripción del proceso, la descripción del problema, las metas, los miembros del equipo, el alcance del proyecto, los clientes beneficiarios, el cronograma y las definiciones de recursos.

DESARROLLO FASE MEASURE (M):

En esta etapa, el objetivo es medir el proceso de la empresa, la recolección de muestras y la medición para comprender la capacidad del proceso de las variables seleccionadas, la cual se enlista para su evaluación de cumplimiento.

Tabla 15: Tabla de detalles de mediciones a realizar en la etapa MEDIR.

Detalle de mediciones	
P	Peso de bobina adecuada para producir
E	Espesor de bobina según orden de compra
D	Diseño de molde cumple especificaciones
T	Temperatura dentro del parametro
A	Ajuste de tiempo de ciclo correcto
C	Cuchillas de guillotina afilada

PONDERACIÓN DE CUMPLIMIENTO	
1	Si
0	No

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 15 muestra el detalle de mediciones que se debe realizar en cada orden de pedido para determinar el porcentaje de causante de los defectos del proceso.

Tabla 16: Cumplimiento de mediciones programadas por pedido – Pre-test.

SEMANA	ORDEN DE PEDIDO	PORCENTAJE SOLICITADO	P	E	D	T	A	C	%	PROMEDIO PRETEST
1	1	100%	1	1	1	0	1	1	0.83	0.83
2	2	100%	1	1	0	0	1	1	0.67	0.67
3	3	100%	1	1	1	1	1	0	0.83	0.83
4	4	100%	0	0	0	1	1	1	0.50	0.50
5	5	100%	1	1	1	1	1	0	0.83	0.83
6	6	100%	1	1	1	0	1	1	0.83	0.83
7	7	100%	1	1	1	1	1	0	0.83	0.92
7	8	100%	1	1	1	1	1	1	1.00	
8	9	100%	1	1	0	1	1	1	0.83	0.83
8	10	100%	1	1	1	1	0	1	0.83	
8	11	100%	1	1	1	0	1	1	0.83	
9	12	100%	1	1	1	1	1	0	0.83	0.75
9	13	100%	1	1	0	0	1	1	0.67	
10	14	100%	1	1	1	0	1	1	0.83	0.72
10	15	100%	0	0	0	1	1	1	0.50	
10	16	100%	1	1	1	1	1	0	0.83	
11	17	100%	1	1	0	0	1	1	0.67	0.67
12	18	100%	1	1	1	0	1	1	0.83	0.92
12	19	100%	1	1	1	1	1	1	1.00	

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 16 detalla el cumplimiento porcentual de las mediciones que se han cumplido al procesar las órdenes de pedido producido en las 12 semanas que corresponde a los meses de diciembre 2019, enero 2020 y febrero 2020.

Tabla 17: Detalle porcentual de mediciones que no cumplen.

Detalle de mediciones		%
P	Peso de bobina adecuada para producir	0.89
E	Espesor de bobina según orden de compra	0.89
D	Diseño de molde cumple especificaciones	0.68
T	Temperatura dentro del parametro	0.58
A	Ajuste de tiempo de ciclo correcto	0.95
C	Cuchillas de guillotina afilada	0.74

Fuente: elaboración propia.

La tabla 17 determina que las causas más resaltantes en el proceso son molde que no cumple con especificaciones y temperatura a raíz del molde lo parámetros no son ajustados a la medida.

Diagrama de recorrido del proceso.

Se verifica las tareas de todo el proceso en el área de producción.

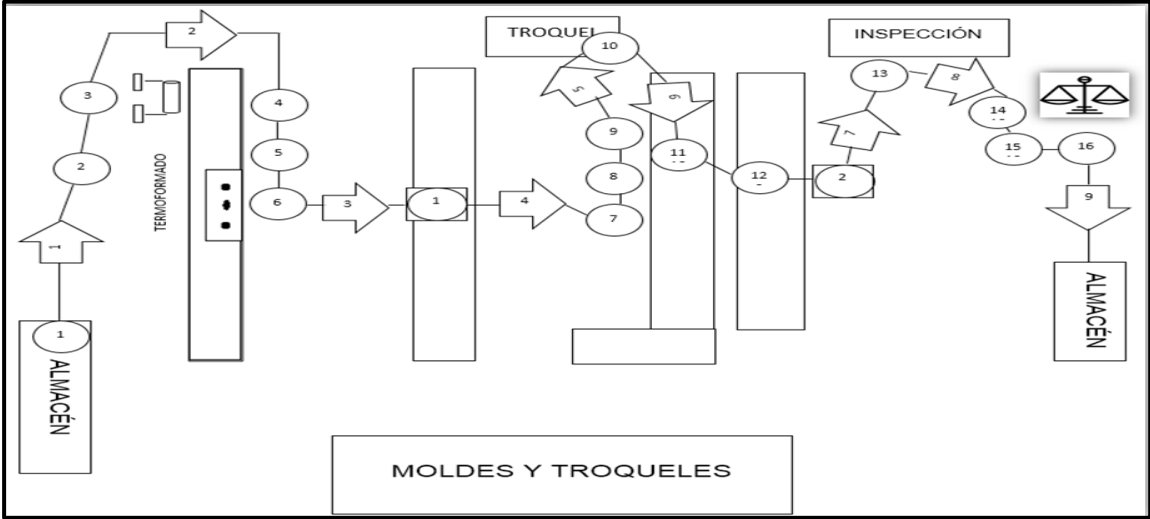


Figura. 15: Diagrama de recorrido del proceso de producción de envases.

Fuente: Elaboración propia.

OPERACIONES

- | | | | |
|---|--------------------------|----|---|
| 1 | Carga de bobina. | 9 | Cerrar el troquel. |
| 2 | Colocar en el bobinador. | 10 | Troquelar. |
| 3 | Alimentar a la maquina. | 11 | Abrir el troquel. |
| 4 | Cargar la maquina. | 12 | Retirar la plancha. |
| 5 | Termoformar. | 13 | Sopletear. |
| 6 | Cortar. | 14 | Pesar el producto. |
| 7 | Abrir el troquel. | 15 | Registrar el peso. |
| 8 | Colocar la lamina. | 16 | Acomodar a la caja(Producto Terminado). |

Traslado:

- 1 Traslado de la bobina del almacén a la maquina.
- 2 Traslado del personal a la maquina.
- 3 Traslado del producto termoformado a la mesa de trabajo.
- 4 Traslado de las planchas hacia el área de troquel.
- 5 Traslado del troquel(plancha) hacia la troqueladora.
- 6 Traslado del producto troquelado a la mesa.
- 7 Traslado del producto inspeccionado a la mesa de inspección.
- 8 Traslado del producto a la balanza.
- 9 Traslado del producto terminado al almacén.

Operación e inspección:

- 1 Operación e inspección de planchas termoformadas.
- 2 Operación e inspección de bandejas.

Figura. 16: Descripción de actividades del diagrama de recorrido del proceso.

Fuente: Elaboración propia.

DIAGRAMA N°:	Hoja N°.:	OPERARIO <input type="checkbox"/>	MATERIAL <input checked="" type="checkbox"/>	EQUIPO <input type="checkbox"/>						
Objetivo: Envases para perfume.		RESUMEN								
		ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO	ECONOMÍA					
Actividad: Proceso completo.		Operación	12							
		Transporte	2							
Método: <input type="checkbox"/> Actual <input type="checkbox"/> Propuesto		Espera	1							
		Inspección	1							
Lugar: Colca del Perú.		Almacenamiento	2							
Operario(s): Trabajador.		D = Distancia (m)								
Ficha núm.:		T = Tiempo (min)								
Elaborado por: Jorge Soto Torres	Fecha: []	Costo total Mano de obra Material								
Aprobado por: Ing. Flora Julca	Fecha: []									
Aprobado por: Jessica Bonafón	Fecha: []									
Descripción	Cant	D (m)	T (min)	SIMBOLO					Observaciones	
01 Recoger bobinas en el almacén.	1	0	2,50							
02 Trasladar las bobinas a la zona de carga.	1	5	2,50							Traslado al area de producción
03 Cargar la bobina al sistema que permite el desembobinado de la lámina.	1	0	0,17							El sistema de formato implica: embutir, succionar y expulsar aire comprimido.
04 Ajustar parametros de temperatura.	1	0	1,00							En base a las especificaciones.
05 Precalentar la lámina.	1	0	0,50							
06 Calentar la lámina.	1	0	0,20							
07 Formar la lámina.	1	0	0,08							
08 Enfriar la lámina por el intercambio de calor.	1	0	0,12							
09 Apilado de planchas termoformadas	1	0,5	0,03							
10 Trasladar planchas termoformadas a troquel.	1	2	0,50							De maquina termoformadora a troquel.
11 Acomodar planchas en troquel.	1	0	0,50							
12 Troquelar planchas termoformadas.	1	0	0,12							
13 Retirar envases de troquel.	1	0	0,50							
14 Trasladar envases a estación de inspección y empaque.	1	2,5	0,50							De troquel al area inspección y empaque.
15 Apilar envases plásticos.	1	0	0,03							
16 Seleccionar e inspeccionar envases.	1	0	1,00							Se utiliza material de empaque.
17 Separar envases rechazados	1	0	0,20							
18 Reapilar envases aprobadas.	1	0	0,05							
19 Trasladar envases aprobadas para empaque.	1	1,5	0,50							De mesa de inspección a empaque.
20 Empacar envases.	1	0	1,00							Se utiliza material de empaque.
21 Etiquetar envases.	1	0	0,03							Se coloca la etiqueta.
22 Esperar.	1	0	2,50							Tiempo de inactividad.
23 Trasladar al almacén de PT.	1	5	2,50							Producto empacado
24 Colocar envases en almacén de PT.	1	0	0,50							Envases defectuosos para reproceso.
00 Colocar el molde	1	0	120							No se considera dentro del ciclo
TOTAL		16,5	138	16	5	1	1	2		

Figura. 17: DAP de termoformado de envases para perfume pre test.

Fuente: Elaboración propia.

En la etapa Medir determinamos que el no contar con un molde estándar por falta de especificaciones técnicas afecta en la producción del producto y este genera alto índice de envases defectuosos, una vez determinado, se realizará un análisis causal para determinar cuáles son las sub-causas, ver figura 18.

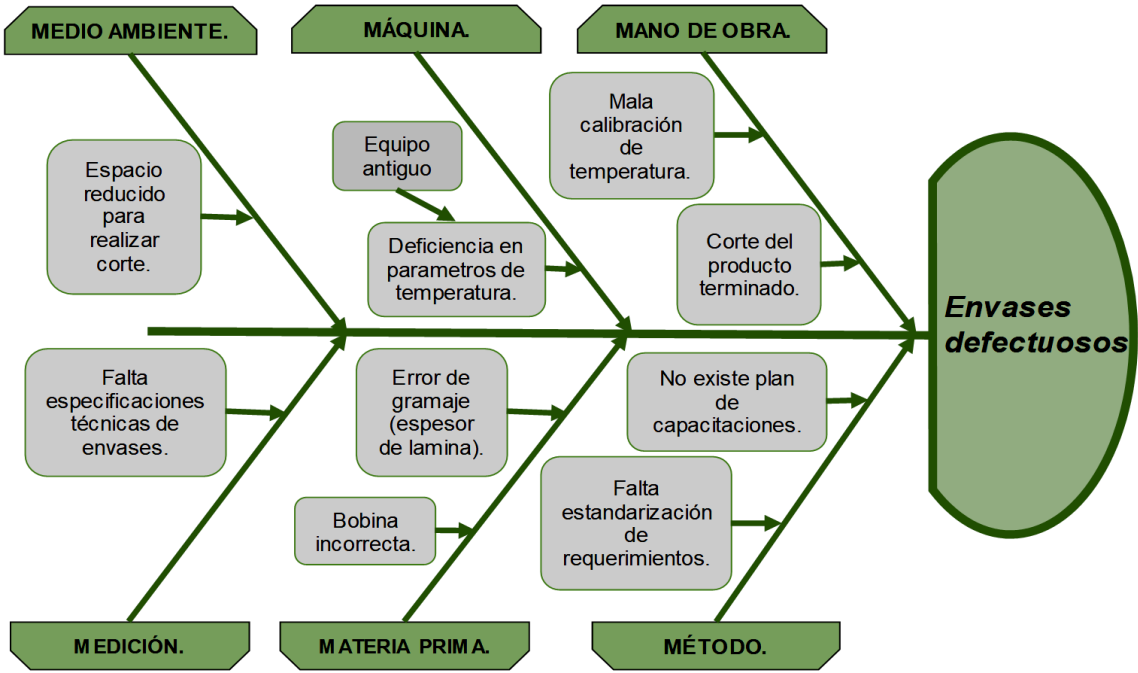


Figura. 18: Diagrama de Ishikawa del proceso de envases.

Fuente: Elaboración propia

A continuación se analizara las sub-causas para determinar la ponderación.

Tabla 18: Ponderado de causas por integrantes de DMAIC.

IT	CAUSAS	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	TOTAL
1	Falta especificaciones técnicas de envases.	4	3	4	3	3	4	4	25
2	Deficiencia en parámetros de temperatura.	3	4	3	4	2	3	4	23
3	Mala calibración de temperatura.	3	2	4	2	4	1	3	19
4	Error de gramaje (espesor de lamina)	2	1	1	2	2	2	1	11
5	Falta estandarización de pedidos.	2	1	2	2	1	1	2	11
6	Espacio reducido para realizar corte.	2	1	2	1	1	2	1	10
7	Corte del producto terminado.	1	2	1	1	2	1	1	9
8	Bobina incorrecta.	1	2	2	1	1	1	1	9
9	No existe plan de capacitaciones.	1	1	2	1	2	1	1	9

Fuente: Elaboración propia

La tabla 18 muestra las causales más resaltantes para los envases defectuosos del cual se determina que hay 3 causas potenciales, con 25 puntos la falta de especificaciones técnicas de envases (molde) que hace entrega el cliente; con 23 deficiencias en parámetros de temperatura y con 19 mala regulación de temperatura por operario.

Plan recolección de datos.

El propósito de la recopilación de datos es asegurar que los datos sean consistentes durante todo el proceso de medición de las causas más significativas previamente definidas en el diagrama de Pareto, que es fundamental para la duración del proyecto. Luego de recolectar los datos, se analizó el sistema de medición de variables. Para determinar si el sistema de medición puede evaluar el desempeño del proceso, se utilizaron los datos de producción de los tres meses anteriores (diciembre de 2019 a febrero de 2020).

El análisis fue realizado con los integrantes del six sigma.

DESARROLLO DE FASE ANALYSE (A):

En esta fase se desarrollará un análisis de datos medidos y recopilados, con el propósito de encontrar la causa raíz, saber cómo y por qué se genera el problema y analizar la variabilidad del proceso.

Tabla 19: Detalle porcentual de causas para analizar – pre-test.

Detalle de causas para analizar	PROM	PRE-TEST
No se ajusta a tolerancia en defectos de formado.	0	0%
No hacen un uso adecuado de las herramientas de medición.	0	
Los moldes no tienen especificaciones.	0	
No existe especificaciones descritos de corte manual.	0	
Colocado incorrecto de molde.	0	
Error en parámetros de temperatura	0	
Corte errado de planchas termoformadas.	0	
Operador de máquina termoformadora no revisa orden de pedido.	0	
Emision de Orden de pedido con dato errado.	0	
Alto contenido de aluminio en molde (material reciclado).	0	

Fuente: Elaboración propia.

Análisis cuantitativo.

La recogida de datos para determinar la concentración de las fuentes de error se consolidó en el siguiente formato de recolección de datos para el análisis general. De la medición realizada se deriva la trazabilidad referido a los defectos de envases, a continuación los resultados, ver tabla 20.

Tabla 20: Tabla cuantificada de errores por defectos de envases.

Cod_Err	ERRORES	DEFECTOS	CANTIDAD
Err_1	Mal formado por no darle el tiempo de ciclo adecuado	Método	2990
Err_2	Agujeros en los envases por exceso de temperatura	Máquina	2658
Err_3	Mal formado en las cavidades	Máquina	2023
Err_4	Cavidades con venas que dificultan el uso del envases	Medición	1654
Err_5	Mal acabado (bordes mal cortados)	Mano de Obra	760
Err_6	Envases con paredes delgadas debido al exceso de temperatura	Máquina	681
Envases sin defectos			74984
Total			85750

Fuente: Elaboración propia.

Grafica de tabla cuantificada.

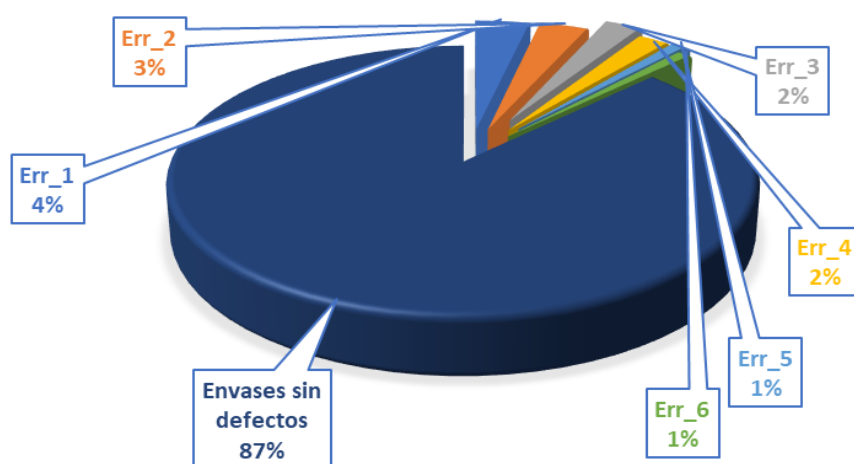


Figura. 19: Grafica porcentual de envases defectuosos producidos.

Fuente: Elaboración propia

En la figura 19 se observa que cada fuente influye a un porcentaje de error. Los mismos que pueden ser controlables y para ello se ideó un plan de implementación para reducir los defectos presentes, en la fase de mejora.

Identificación de la causa raíz subyacente.

Según las razones que afectan la calidad del producto que son la temperatura y el molde nos cuestionamos porque estas dos causas generan un alto porcentaje de defectos en el proceso de fabricación de envases para perfume.

Haciendo uso de la técnica de calidad los 5 ¿por qué? se identifica la causa potencial que está generando problemas en el proceso.

Tabla 21: Deliberación de causas con los 5 ¿por qué?.

Variable Y	ENVASES DEFECTUOSOS				
Variable X	FENÓMENO	PORQUE	PORQUE	PORQUE	PORQUE
X1: Temperatura	Problemas de formado	Debido a tener problemas de regulación	Porque se trabajo con espesores inadecuados para el proceso	Porque no revisaron los atributos de calidad del envases a fabricar	porque no revisaron los patrones e indicaciones del envase
X2: Molde	Mal diseñado en los moldes con imperfecciones que afectan al producto terminado.	Porque no tiene especificaciones de sus moldes	Porque lo hacen con un material acero mas barato	Porque no conocen el proceso	Por falta de un matricero con conocimiento de termoformado
Causas raices identificadas					
1. No existe una tolerancia en defectos de formado.					
2. No hacen un uso adecuado de las herramientas de medición.					
3. Los moldes no tienen especificaciones.					
4. No existe especificaciones de corte.					

Fuente: Elaboración propia.

A partir de la Tabla 21, se pueden identificar las posibles causas de problemas en el proceso. Estas posibles causas se deben a:





1. No se tiene patrones e indicaciones de los envases a producir.

2. Falta de personal capacitado referido a matrices de termoformado.

Después de determinar la causa raíz, ingresamos a la siguiente fase de la metodología de mejora.

A continuación algunos ejemplos de envases defectuosos:

Tabla 22: Análisis de muestra de envases defectuosos por detalle de causa.

DESCRIPCIÓN	MUESTRA	CAUSA	DETALLE DE CAUSA
Defecto de venas		Molde	Colocado incorrecto, no hace que amolde uniformemente
Defecto de cavidad con agujero		Molde	Pines de molde mal ajustados presión no uniforme daña la cavidad del termoformado
Defecto de tapas mal termoformadas		Temperatura	Parámetros de temperatura muy bajos (temperatura baja)
Defecto de apariencia, agujeros en plancha.		Temperatura	Parámetros de temperatura muy altos (temperatura alta)

Fuente: Elaboración propia.

Análisis de modo y efecto de fallas de proceso									Colca del Perú S.A.				
Actividad	Modos de fallo	Efecto	S	Causa	O	Controles	D	NPR	Acciones	S	O	D	NPR
Programar información de la termoformación de la lámina de plástico en la máquina termoformadora	La información que llega al trabajador es incorrecta	la plancha queda con error de termoformación	10	El operador de la máquina termoformadora se equivoca al ingresar los requerimientos del cliente	4	Confirmar los datos ingresados	8	320	Enviar correo electrónico automático al cliente con su orden de pedido	6	4	2	48
		Aumenta el tiempo de espera del cliente											
		El número de planchas es incorrecto											
	Error en la digitación	La lámina de plástico puede quedar con tapas incompletas	10	Los campos del formulario en el software cambian por numeración; El trabajador no tiene suficiente destreza con el teclado	5	No existen	10	500	Agregar reglas de validación al software	3	2	10	60
El número de láminas de plástico puede ser incorrecto													

Figura. 20: AMEF del proceso.

Fuente: Elaboración propia.

Análisis de modo y efecto de fallas de diseño										Colca del Perú S.A.				
Nombre de la parte	Función de la parte	Modos de fallo	Efecto	S	Causa	O	Controles	D	NPR	Acciones	S	O	D	NPR
Molde de aluminio de baja calidad (reciclado)	Termoformar las láminas de plástico	El alto contenido de porosidad del aluminio de baja calidad (reciclado) disminuye la transferencia de calor del molde a la lámina de plástico	la plancha queda con error de termoformación Aumenta el tiempo de espera del cliente El número de planchas es incorrecto	10	Alto contenido de aluminio de baja calidad (reciclado)	10	Inspección visual de la lámina termoformada	6	600	Diseño de experimentos de superficie de respuesta para encontrar el punto óptimo de una mezcla aluminio virgen - aluminio reciclado en la composición del molde	2	2	2	8

Figura. 21: AMEF del diseño.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23: Estado actual de defectos pre-test.

ESTADO MENSUAL DE DEFECTOS PRE TEST					
MES	CANTIDAD PROCESADA	CANTIDAD DEFECTOS	CANTIDAD CONFORME	PORCENTAJE DEFECTOS	PORCENTAJE CONFORMES
DICIEMBRE 2019	35000	4598	30402	13.14%	86.86%
ENERO 2020	25100	2915	22185	11.61%	88.39%
FEBRERO 2020	25650	3253	22397	12.68%	87.32%
PORCENTAJE PROMEDIO DE DEFECTOS				12.48%	

Fuente: Elaboración propia.

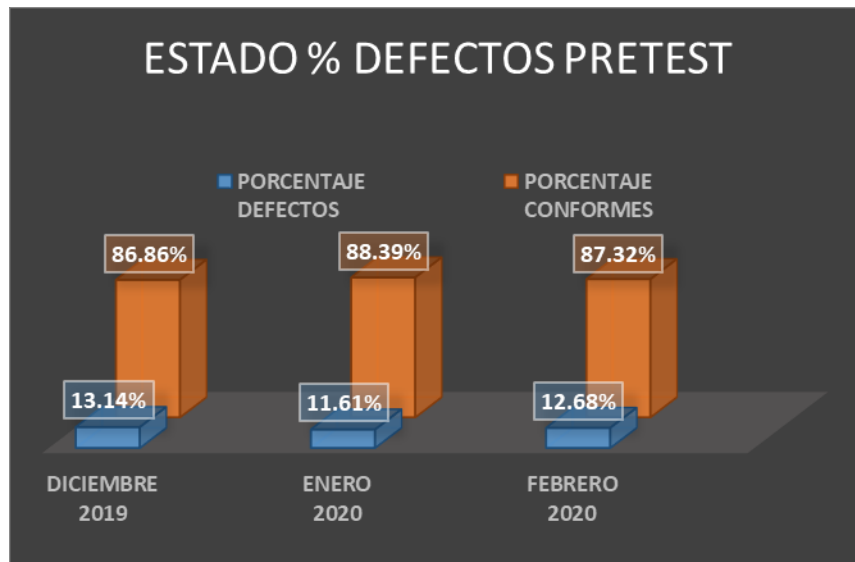


Figura. 22: Estado porcentual de defectos pre-test.

Fuente: Elaboración propia.

La figura 22 detalla que el porcentaje mensual de defectos eleva el 11%, el promedio de defectos de los meses analizados es de 12.48% aprox. El cual está muy encima del índice de defectos proyectado por mes. Este comparativo excede en más del 8% de lo propuesto.

Tabla 24: Defectos encontrados por tipo pre-test.

Semana	Código	Cantidad producida (unid.)	Fecha de producción	Turno	Lote	Cantidad inspeccionada (unid.)	Cantidad Descartada (unid.)	p= % de defectos	Promedio	LCS	LCI	Tipo de defecto encontrado													
												A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L		
1	Tapa Magnolia	15300	12/12/2019	II	1901000021	15300	47	0.30719%	1.49241%	1.87338%	1.11144%	x													A: Puntos negros
2	Hombre Smart Noche	4500	18/12/2019	II	1901000008	4500	36	0.80000%	1.49241%	1.87338%	1.11144%	x													B: Acabado de bordes
3	Pote Anaís	9000	26/12/2019	II	1901000042	9000	5	0.05556%	1.49241%	1.87338%	1.11144%	x													C: Manchas de grasa
4	Tapa Kate	23000	30/12/2019	II	1901000038	23000	1611	7.00435%	1.49241%	1.87338%	1.11144%	x													D: Menos unidades por caja
5	Esika P4 Ale	11700	04/01/2020	III	1902000007	11700	6	0.05128%	1.49241%	1.87338%	1.11144%														E: Polvo
6	Tapa Bom Bom	1200	06/01/2020	I	1904000018	1200	65	5.41667%	1.49241%	1.87338%	1.11144%	x													F: Bisagra
7	Tapa Magnolia	1500	08/01/2020	II	1902000018	1500	24	1.60000%	1.49241%	1.87338%	1.11144%	x													G: Golpes en la base
7	Tapa Men Sensual	6600	14/01/2020	II	1902000013	6600	0	0.00000%	1.49241%	1.87338%	1.11144%														H: Hongos
8	Tapa Upscale	27000	16/01/2020	III	1902000033	27000	32	0.11852%	1.49241%	1.87338%	1.11144%														I: Bandejas delgadas
8	Tapa Cámara	11700	18/01/2020	II	1902000036	11700	17	0.14530%	1.49241%	1.87338%	1.11144%	x													J: Venas
8	Tapa Magnolia	9000	22/01/2020	II	1902000036	9000	49	0.54444%	1.49241%	1.87338%	1.11144%	x													K: Virutas
9	Pote Anaís	11700	03/02/2020	II	1905000001	11700	10	0.08547%	1.49241%	1.87338%	1.11144%													x	L: Formado
9	Tapa Kate	7200	07/02/2020	I	1903000001	7200	251	3.48611%	1.49241%	1.87338%	1.11144%	x	x	x											
10	Esika P4 Ale	510	10/02/2020	I	1903000040	510	8	1.56863%	1.49241%	1.87338%	1.11144%														
10	Tapa Bom Bom	11700	11/02/2020	II	1904000017	11700	324	2.76923%	1.49241%	1.87338%	1.11144%														
10	Tapa Magnolia	2000	15/02/2020	III	1903000032	2000	8	0.40000%	1.49241%	1.87338%	1.11144%														
11	Tapa Men Sensual	10800	21/02/2020	I	1903000012	10800	85	0.78704%	1.49241%	1.87338%	1.11144%														
12	Tapa Upscale	4000	25/02/2020	II	1903000040	4000	7	0.17500%	1.49241%	1.87338%	1.11144%	x													
12	Tapa Tónica Global	4800	27/02/2020	II	1905000010	4800	0	0.00000%	1.49241%	1.87338%	1.11144%														

Fuente: Elaboración propia

Gráfica para	Línea central	Límite inferior	Límite superior
Promedios \bar{X}	$\bar{\bar{X}}$	$\bar{\bar{X}} - A_2\bar{R}$	$\bar{\bar{X}} + A_2\bar{R}$
Rangos R	\bar{R}	$D_3\bar{R}$	$D_4\bar{R}$
Porcentaje de no conformidad p	\bar{p}	$\bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$	$\bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$
Número de no conformancias c	\bar{c}	$\bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}}$	$\bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}}$

Figura. 23: Límites de gráfica de control: logro del estado de control

Fuente: (Juran y Grina, 1995, p.383)

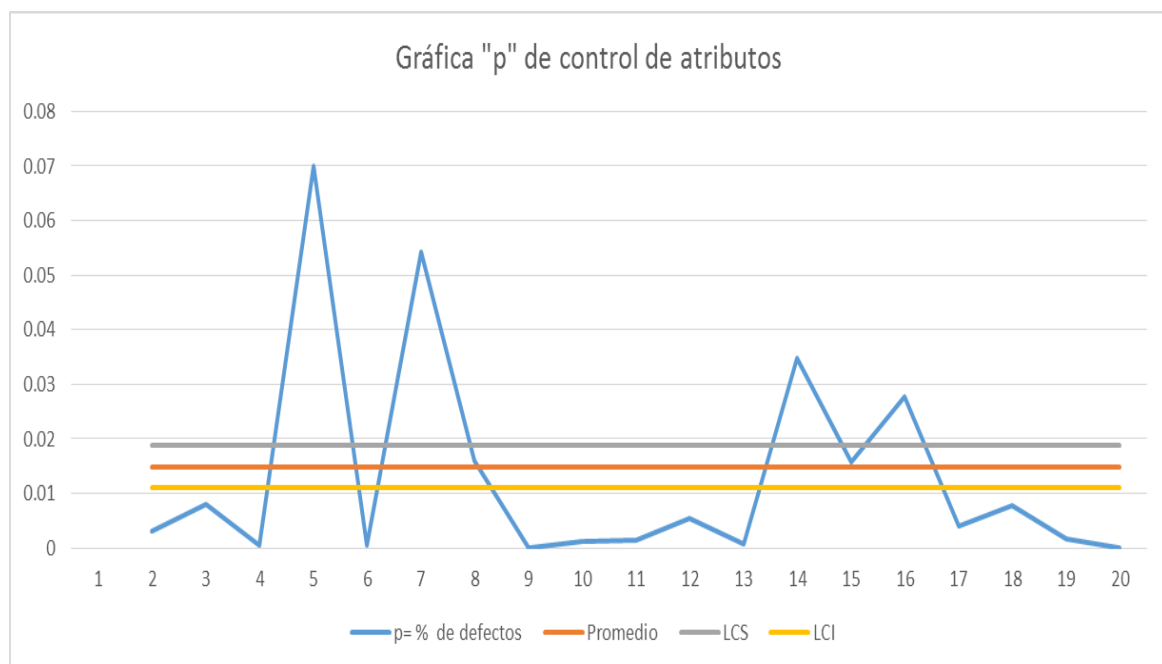


Figura. 24: Gráfica de control antes de "p", porcentaje de no conformidad.

Fuente: Elaboración propia

En la figura 24 se observa la gráfica de control porcentual de no conformidad "p" de los datos pre-test, observamos que algunos superan los límites de control superior e inferior, por lo que tenemos un proceso inestable.

Con los datos de defectos elaboramos la tabla de capacidad de proceso que se visualiza en la figura 25.

El nivel sigma se calcula con Z

$$\bar{p} = 0.014924081 \text{ (probabilidad promedio de defectuosos)}$$

$$q = 1 - 0.014924081 = 0.985075919 \text{ (probabilidad promedio de aceptables)}$$

De la Tabla Z:

Tabla 25: Tabla Z de evaluación de ejes para nivel "Z".

TABLA A (continuación)										
Z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
+1.6	.9452	.9463	.9474	.9484	.9495	.9505	.9515	.9525	.9535	.9545
+1.7	.9554	.9564	.9573	.9582	.9591	.9599	.9608	.9616	.9625	.9633
+1.8	.9641	.9649	.9656	.9664	.9671	.9678	.9686	.9693	.9699	.9706
+1.9	.9713	.9719	.9726	.9732	.9738	.9744	.9750	.9756	.9761	.9767
+2.0	.9773	.9778	.9783	.9788	.9793	.9798	.9803	.9808	.9812	.9817
+2.1	.9821	.9826	.9830	.9834	.9838	.9842	.9846	.9850	.9854	.9857
+2.2	.9861	.9864	.9868	.9871	.9875	.9878	.9881	.9884	.9887	.9890
+2.3	.9893	.9896	.9898	.9901	.9904	.9906	.9909	.9911	.9913	.9916
+2.4	.9918	.9920	.9922	.9925	.9927	.9929	.9931	.9932	.9934	.9936
+2.5	.9938	.9940	.9941	.9943	.9945	.9946	.9948	.9949	.9951	.9952
+2.6	.9953	.9955	.9956	.9957	.9959	.9960	.9961	.9962	.9963	.9964
+2.7	.9965	.9966	.9967	.9968	.9969	.9970	.9971	.9972	.9973	.9974
+2.8	.9974	.9975	.9976	.9977	.9977	.9978	.9979	.9979	.9980	.9981
+2.9	.9981	.9982	.9983	.9983	.9984	.9984	.9985	.9985	.9986	.9986
+3.0	.99865	.99869	.99874	.99878	.99882	.99886	.99889	.99893	.99896	.99900

Fuente: Adaptada con permiso de Page 1., Crout y Richard S. Lazenby, *Statistical Quality Control*, 4a. ed., McGraw-Hill, Nueva York, 1972, pp. 642-643.

Y se puede seguir:

Z	0.00
+4.0	.9999683
+5.0	.999997133
+6.0	.999999400

Fuente: Elaboración propia.

$$Z(0.985075919) = \text{en el eje de las "y"} 2.1, \text{ en el eje de las "x"} 0.07 = 2.1 + 0.07 = 2.17$$

$$Z_{prom}(0.985075919) = 2.17$$

Si siguiendo el mismo procedimiento se sigue para obtener

$$ZES = Z(0.981266224)=2.08$$

$$ZEI= Z(0.988885614)=2.28$$

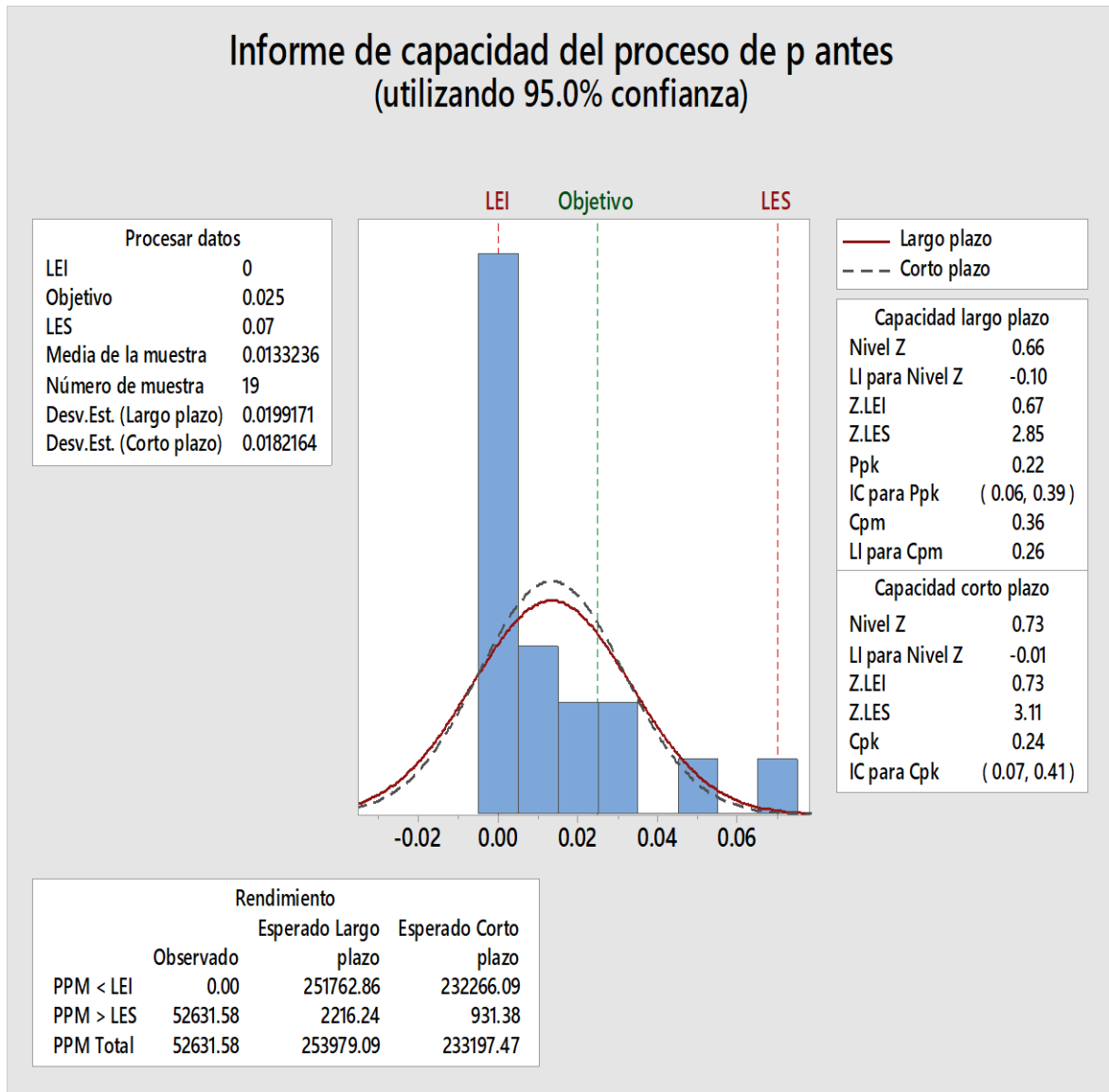


Figura. 25: Informe de capacidad de proceso de defectos antes.

Fuente: Elaboración propia en Minitab 18.

En la figura 25 observamos el cálculo del nivel sigma o nivel Z es 0.73, las empresas de clase mundial tienen un nivel sigma o nivel Z de 6 para lograr esta meta es un programa a largo plazo de mejora continua, se debe ir creciendo con un Z de 2 luego un Z de 3, Z de 4, Z de 6 hasta alcanza un Z de 6.

SIX SIGMA CONVERSION TABLE					
SIGMA VALUE	DEFECTS PER MILLION OPPORTUNITIES	SIGMA VALUE	DEFECTS PER MILLION OPPORTUNITIES	SIGMA VALUE	DEFECTS PER MILLION OPPORTUNITIES
0.00	933,193	2.20	241,964	4.40	1,866
0.05	926,471	2.25	226,627	4.45	1,589
0.10	919,243	2.30	211,856	4.50	1,350
0.15	911,492	2.35	197,663	4.55	1,144
0.20	903,199	2.40	184,060	4.60	968
0.25	894,350	2.45	171,056	4.65	816
0.30	884,930	2.50	158,655	4.70	687
0.35	874,928	2.55	146,859	4.75	577
0.40	864,334	2.60	135,666	4.80	483
0.45	853,141	2.65	125,072	4.85	404
0.50	841,345	2.70	115,070	4.90	337
0.55	828,944	2.75	105,650	4.95	280
0.60	815,940	2.80	96,800	5.00	233
0.65	802,338	2.85	88,508	5.05	193
0.70	788,145	2.90	80,757	5.10	159
0.75	773,373	2.95	73,529	5.15	131
0.80	758,036	3.00	66,807	5.20	108
0.85	742,154	3.05	60,571	5.25	89
0.90	724,253	3.10	54,799	5.30	72
0.95	291,160	3.15	49,471	5.35	59
1.00	308,537	3.20	44,565	5.40	48
1.05	326,355	3.25	40,059	5.45	39
1.10	344,578	3.30	35,930	5.50	32
1.15	363,169	3.35	32,157	5.55	26
1.20	382,088	3.40	28,717	5.60	21
1.25	401,294	3.45	25,588	5.65	17
1.30	420,740	3.50	22,750	5.70	13
1.35	440,382	3.55	20,182	5.75	11
1.40	460,172	3.60	17,865	5.80	9
1.45	480,061	3.65	15,778	5.85	7
1.50	500,000	3.70	13,904	5.90	5
1.55	480,061	3.75	12,225	5.95	4
1.60	460,172	3.80	10,724	6.00	3
1.65	440,382	3.85	9,387		
1.70	420,740	3.90	8,198		
1.75	401,294	3.95	7,143		
1.80	382,088	4.00	6,210		
1.85	363,169	4.05	5,386		
1.90	344,578	4.10	4,661		
1.95	326,355	4.15	4,024		
2.00	308,537	4.20	3,467		
2.05	291,160	4.25	2,980		
2.10	274,253	4.30	2,555		
2.15	257,846	4.35	2,186		

Note: This table includes a 1.5 σ shift for all listed values of Z.

Figura. 26: Tabla valores de Z (sigma).

Fuente: Schoroeder y Harry (2000, p.282)

Para mejorar la situación actual del nivel Z de 0.66 proponemos un diseño experimental con superficie de respuesta para calcular el nivel óptimo de los factores de fluctuación temperatura y porcentaje de aluminio reciclado de los moldes, un molde con alto porcentaje de aluminio reciclado o aluminio de baja calidad posee alta cantidad de poros los cuales interfieren en la transferencia de calor del molde hacia la placa de poliestireno.

Tabla 26: Particularidades de las variables a evaluar.

VARIABLE A MEDIR	X1	X2
Escala a medir	Temperatura	Molde
Unidad de medición	°C	Porcentaje de aluminio de baja calidad

Fuente: Elaboración propia.

		Nivel de fluctuación		
	Factor	Min	Intermedio	Máx
1	Temperatura (°C)	230	250	280
2	Molde	30%	45%	60%

Figura. 27: Factores y niveles de fluctuación del diseño de experimentos superficie de respuesta

Fuente: Elaboración propia en Minitab 18.

El diseño de experimentos factorial sería del tipo $3^2 = 9$ experimentos o experiencias.

Tabla 27: Nivel de fluctuación de los factores DOE 3^2

	Temperatura	Molde
1	Max	Max
2	Max	Intermedio
3	Max	Mínimo
4	Intermedio	Max
5	Intermedio	Intermedio
6	Intermedio	Mínimo
7	Mínimo	Max
8	Mínimo	Intermedio
9	Mínimo	Mínimo

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura 28 las unidades de medida son:

- Temperatura en grados Celsius = °C.
- Molde en % de aluminio = Molde.
- Aprobado en % de experimento o combinación aprobada = Aprobado.

Temperatura	Molde	Aprobado	Temperatura	Molde	Aprobado
280	60	98	230	45	96.5
230	60	97	280	45	97
230	60	96.5	255	45	95.9
280	30	99	255	45	96
255	45	96	255	45	96
230	60	97	230	45	95
255	45	97.5	255	45	95.8
255	45	97.6	255	45	96.05
280	30	99.1	255	45	96
230	30	96	255	60	95
230	30	96.2	255	45	96.1
230	30	96.2	255	30	96.3
230	30	96.2	255	60	95.8
255	45	96.1	255	45	95.5
255	45	96	230	45	95.7
255	45	96	255	45	95
230	60	96.6	255	60	95.8
280	60	98.2	230	45	96
255	45	96.1	255	45	96.5
255	45	96	280	45	97
255	45	96.05	255	45	96
280	60	98.1	255	60	96.3
280	30	99.2	255	30	97
280	60	98	255	30	98
255	45	96.1	280	45	95.8
280	30	99.3	255	30	97.8
255	45	96	255	45	96.45
255	45	96	280	45	97.1

Figura. 28: Diseño de experimentos superficie de respuesta

Fuente: Elaboración propia en Minitab 18

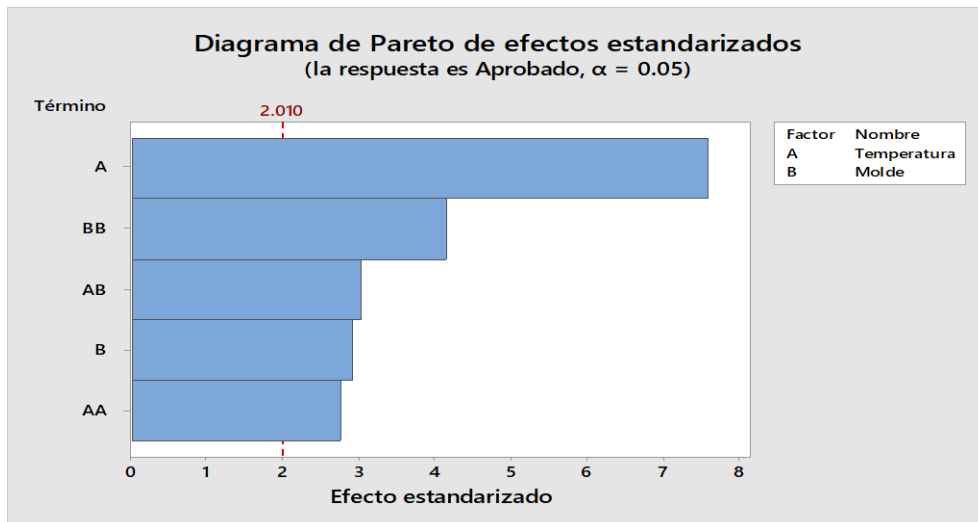


Figura. 29: Diagrama de Pareto del diseño de experimentos superficie de respuesta.

Fuente: Elaboración propia en Minitab 18.

En la figura 29 desarrollada en Minitab 18 en el diseño de superficie de respuesta con 4 réplicas podemos observar que los factores temperatura y molde (porcentaje de aluminio reciclado presente en el molde), nos confirma que los factores elegidos son correctos.

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	6	44.995	7.4991	23.79	0.000
Bloques	1	2.763	2.7634	8.77	0.005
Lineal	2	20.867	10.4335	33.11	0.000
Temperatura	1	18.200	18.2004	57.75	0.000
Molde	1	2.667	2.6667	8.46	0.005
Cuadrado	2	12.076	6.0382	19.16	0.000
Temperatura*Temperatura	1	2.401	2.4013	7.62	0.008
Molde*Molde	1	5.448	5.4478	17.29	0.000
Interacción de 2 factores	1	2.890	2.8900	9.17	0.004
Temperatura*Molde	1	2.890	2.8900	9.17	0.004
Error	49	15.443	0.3152		
Falta de ajuste	3	4.530	1.5101	6.37	0.001
Error puro	46	10.912	0.2372		
Total	55	60.437			

Figura. 30: Análisis de varianza.

Fuente: elaboración propia en Minitab 18.

De la figura 30 análisis de varianza como ningún valor de pvalor no supera el 0.05 se dice que todos los factores y sus interrelaciones estadísticamente son confiables en el modelo de superficie de respuestas, si algunos de ellos o de sus interrelaciones superase el 0.05 se tendría que retirar del modelo matemático.

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.561386	74.45%	71.32%	66.54%

Coeficientes codificados

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	96.093	0.111	863.60	0.000	
Bloques					
1	0.2365	0.0799	2.96	0.005	1.13
Temperatura	0.871	0.115	7.60	0.000	1.00
Molde	-0.333	0.115	-2.91	0.005	1.00
Temperatura*Temperatura	0.469	0.170	2.76	0.008	1.26
Molde*Molde	0.707	0.170	4.16	0.000	1.26
Temperatura*Molde	-0.425	0.140	-3.03	0.004	1.00

Ecuación de regresión en unidades no codificadas

$$\text{Aprobado} = 130.4 - 0.297 \text{ Temperatura} - 0.016 \text{ Molde} + 0.000751 \text{ Temperatura*Temperatura} + 0.003141 \text{ Molde*Molde} - 0.001133 \text{ Temperatura*Molde}$$

Figura. 31: Resumen de modelo de pruebas.

Fuente: elaboración propia en Minitab 18.

De la figura 31 resumen del modelo podemos observar que el coeficiente de determinación R^2 es 74.45%, es decir, el 74.45 de los defectos del modelo matemático se deben a la factores analizados temperatura y aluminio de baja calidad quedando casi un 25% generado por variables aleatorias que no han sido analizadas y que podrían ser sujeto para una segunda investigación.

Así mismo se plantea un modelo matemático de ecuación de regresión.

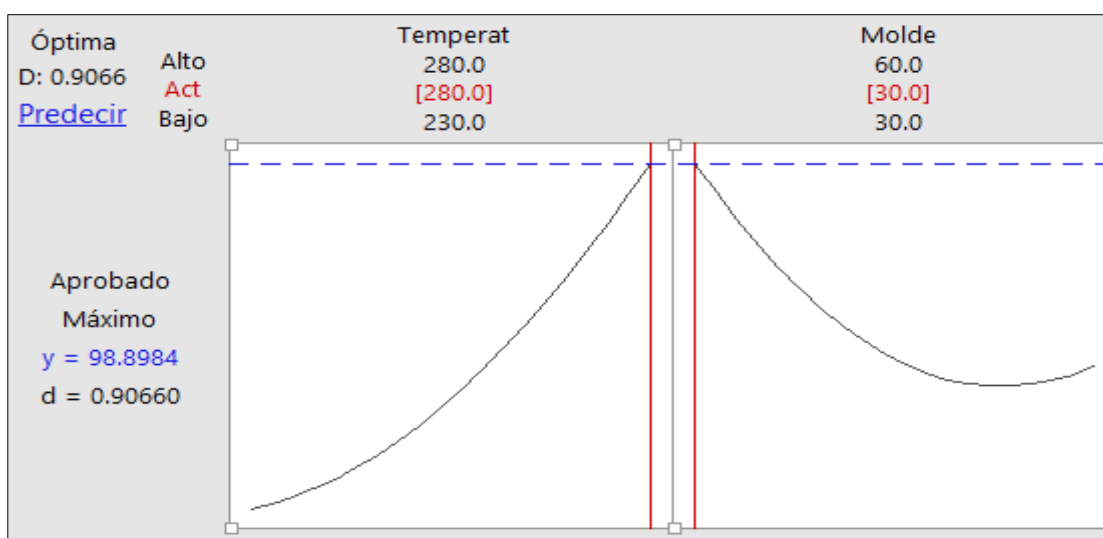


Figura. 32: Respuesta óptima del diseño de superficie de respuesta

Fuente: Elaboración propia en Minitab 18.

En la figura 32 desarrollada en Minitab 18 se observa la respuesta óptima del diseño de superficie de respuesta en Minitab 18, donde el porcentaje de productos aceptados del proceso de termoformado de envases se maximiza en el punto de 98.8984% con una temperatura de 280°C y un porcentaje de aluminio reciclado en el molde de 60% y 40% de aluminio virgen.

DESARROLLO DE FASE IMPROVE (I):

En esta fase de mejorar se evaluarán las posibles soluciones como implementar los planes de mejora para el sistema de medición y así reducir la variabilidad del proceso, para ello las acciones a tomar estarán a responsabilidad de calidad y jefatura de producción.

Tabla 28: Cumplimiento de plan de mejora para mejoras de medición en el proceso.

Implementación de Plan para mejoras	PROM	PRE-TEST
Tener un orden en el proceso	0	0%
Capacitación a los operarios en termoformado	0	
Uso adecuado de herramientas de medición	0	
Implementación de especificaciones para moldes	0	
Verificar la temperatura del termoformado	0	
Verificar las medidas de corte	0	

Fuente: Elaboración propia.

Solución de propuesta.

Toda la información ha sido analizada para dar a conocer el proceso, el problema ya es bien conocido y se ha pensado que los motivos del mismo comienzan con mejoras, para ello se procede con las mejoras propuestas.

Tabla 29: Detalle de responsables de implementación de mejora.

PLAN DE IMPLEMENTACION DE LA MEJORA					
IT	DESCRIPCION	QUIEN	CUANDO	COMO	CON QUE
1	Tener un orden en el proceso	Producción	29/06/2020	Procedimiento de trabajo	Herramientas
2	Capacitar a los trabajadores con cursos relacionados al proceso (en este caso termoformado)	Jefe de planta	29/06/2020	Capacitación de termoformado	Charlas, proyectores
3	Uso adecuado de herramientas de medicion	Producción	29/06/2020	Capacitacion	Charlas de herramientas de trabajo
4	Los moldes para envases tienen que tener especificaciones	Producción	30/06/2020	Formato de especificacion	Procedimiento
5	Verificar la temperatura del termoformado	Producción	30/06/2020	Formatos (check list)	Mediciones
6	Verificar las medidas de corte	Producción	30/06/2020	Formatos	Mediciones

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la Tabla 29, para implementar un plan de mejora en este proceso, nos propusimos desarrollar cada actividad. Cada detalle se explica a continuación y se demuestra con imágenes.

Mantener ordenada el área de proceso: la solución a este problema es mantener el área limpia, libre y ordenada, incluida las máquinas, ya que el área tiene un espacio reducido para realizar los procesos de acabado.

Se hará uso de herramientas que ayuden a mantener el área libre y limpia.

Para la implementación del orden como proceso se elaborara un formato en el cual se detalla las actividades a seguir.

Se harán inspecciones inopinadas entre áreas de trabajo para evaluar el orden y limpieza de las mismas.

Las observaciones de desorden e incumplimiento de limpieza deberán ser levantadas el mismo día de realizada la inspección.

REGISTRO DE INSPECCIÓN DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE EQUIPOS Y UTENSILIOS																												
N°	Ambito de aplicación	Puntos a evaluar	Semana de _____ al _____ de 20__												Observaciones	Acciones correctivas												
			Lunes			Hora	Martes			Hora	Miercoles			Hora			Jueves			Hora	Viernes			Hora	Sábado			Hora
			I	D	F		I	D	F		I	D	F				I	D	F		I	D	F		I	D	F	
4	Área de termoformado semi automático (Sius)	Superficies de las termoformadoras limpias (Sius 1)																										
		Helices de los ventiladores limpias (Sius 1)																										
		Superficies de las termoformadoras limpias (Sius 2)																										
		Helices de los ventiladores limpias (Sius 2)																										
		**Moldes limpios y desinfectados																										
		*** Cuchillas limpias y sin presencia de óxido																										
		Prensa limpia																										
		Máquina retiladora limpia																										
		Mesas de trabajo limpias y desinfectadas																										
		Balanza limpia y desinfectada																										
		Coche porta herramientas limpio																										
		Coche y cajas para transportar refle limpios																										
		Tacho de desechos limpio y con bolsa interna																										
****Implementos de limpieza limpios y desinfectados																												
6	Área de limpieza	****Implementos de limpieza limpios y desinfectados																										
		Tacho de desecho limpio y con bolsa interna																										
Inspector:																												
V°B° Jefe de Calidad:																												
Leyenda:		B: Bueno	I: Inicio del proceso																									
		R: Regular	D: durante el proceso																									
		M: Malo	F: Final del proceso																									

Figura. 33: Formato de instructivo de limpieza de maquina termoformadora.

Fuente: elaboración propia.

Este formato de la figura 33 es parte del instructivo y se elaboró con el objetivo de mantener limpio y ordenado el ambiente y las maquinarias de trabajo del área de producción. Con el fin de minimizar el peligro al que se exponen los colaboradores del área en mención y evitar la contaminación de la materia prima.

La aplicación del instructivo consiste en realizar orden y limpieza al ingreso y salida del turno de trabajo.

- Espacio de acabado desordenado.
- Mesas de trabajo copados por producto terminado.

- Bandejas listas para empacar y trasladar al almacén de producto terminado para su despacho.

MESA DE TRABAJO POR ORDENAR	PERSONAL ENCARGADO DE AREA	PRODUCTO EMBALADO
		

Figura. 34: Orden y limpieza del área de producto terminado.

Fuente: elaboración propia.

Capacitación a los operarios de producción.

Cursos para capacitar a los trabajadores sobre el proceso (en este caso termoformado). Retroalimentación y énfasis en los siguientes temas:

- Utilice correctamente las herramientas de medición para medir el peso de la bobina.
- Los moldes para envases tienen que tener especificaciones a detalle.
- Verificar la temperatura del termoformado: (“La solución a este problema es verificar los parámetros de producción”).
- Verificar las medidas de corte.

A continuación en la figura 35 se aprecia las capacitaciones puntualizando los temas referenciales a uso adecuado de herramientas, ajuste de moldes, ajuste de temperatura según gramaje, corte del producto terminado, entre otros. Esto con el fin de minimizar la cantidad de defectos que se tiene en la producción actual de envases para perfume.



Figura. 35: Capacitaciones programadas para mejoras en el proceso.

Fuente: Elaboración propia.

DOP posterior a la implementación de mejoras.

El siguiente es el DOP mejorado durante la producción de envases.

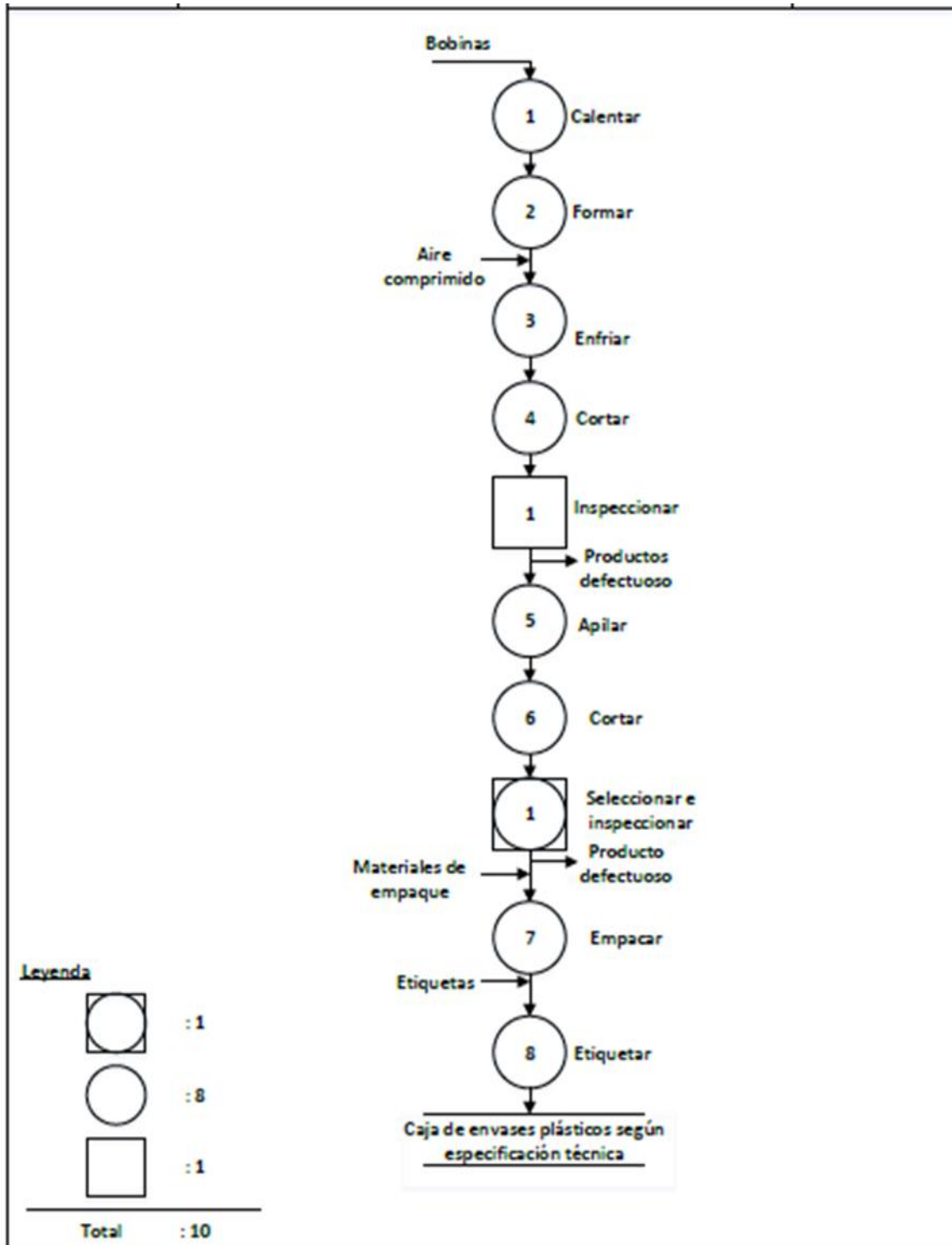


Figura. 36: DOP para producción de envases para perfume post-test.

Fuente: Elaboración propia.

DAP con la mejora implementada en el área.

Como se muestra en la figura 37 las actividades han sido analizadas y resumidas.

DIAGRAMA N°:	Hoja N°.:	OPERARIO <input type="checkbox"/>	MATERIAL <input checked="" type="checkbox"/>	EQUIPO <input type="checkbox"/>						
Objetivo: Envases para perfume.		RESUMEN								
		ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO	ECONOMÍA					
Actividad: Proceso completo.		Operación	12							
		Transporte	2							
Método: <input type="checkbox"/> Actual <input type="checkbox"/> Propuesto		Espera	1							
		Inspección	1							
Lugar: Colca del Perú.		Almacenamiento	2							
Operario(s): Trabajador.		D = Distancia (m)								
Ficha núm.:		T = Tiempo (min)								
Elaborado por: Jorge Soto Torres	Fecha:	Costo total Mano de obra Material								
Aprobado por: Ing. Flora Julca	Fecha:									
Aprobado por: Jessica Bonafón	Fecha:									
Descripción	Cant	D (m)	T (min)	SIMBOLO					Observaciones	
				○	⇒	D	□	▽		
01 Recoger bobinas en el almacén.	1	0	2,50							
02 Trasladar las bobinas a la zona de carga.	1	5	2,50							Traslado al area de producción
03 Cargar la bobina al sistema que permite el desembobinado de la lámina.	1	0	0,17							El sistema de formato implica: embutir, succionar y expulsar aire comprimido.
04 Ajustar parametros de temperatura.	1	0	1,00							En base a las especificaciones.
05 Precalentar la lámina.	1	0	0,50							
06 Calentar la lámina.	1	0	0,20							
07 Formar la lámina.	1	0	0,08							
08 Enfriar la lámina por el intercambio de calor.	1	0	0,12							
09 Cortar las planchas termoformadas.	1	0,5	0,08							
10 Apilar envases plásticos.	1	0	0,03							
11 Seleccionar e inspeccionar envases.	1	0	1,00							Se utiliza material de empaque.
12 Reapilar envases aprobadas.	1	0	0,05							
13 Empacar envases.	1	0	1,00							Se utiliza material de empaque.
14 Etiquetar envases.	1	0	0,03							Se coloca la etiqueta.
15 Esperar.	1	0	2,50							Tiempo de inactividad.
16 Trasladar al almacén de PT.	1	5	2,50							
17 Colocar envases en almacén de PT.	1	0	0,50							Envases defectuosos para reproceso.
00 Colocar el molde	1	0	120							No se considera dentro del ciclo
TOTAL		10,5	135	12	2	1	1	2		

Figura. 37: DAP para la producción de envases para perfume.

Fuente: elaboración propia.

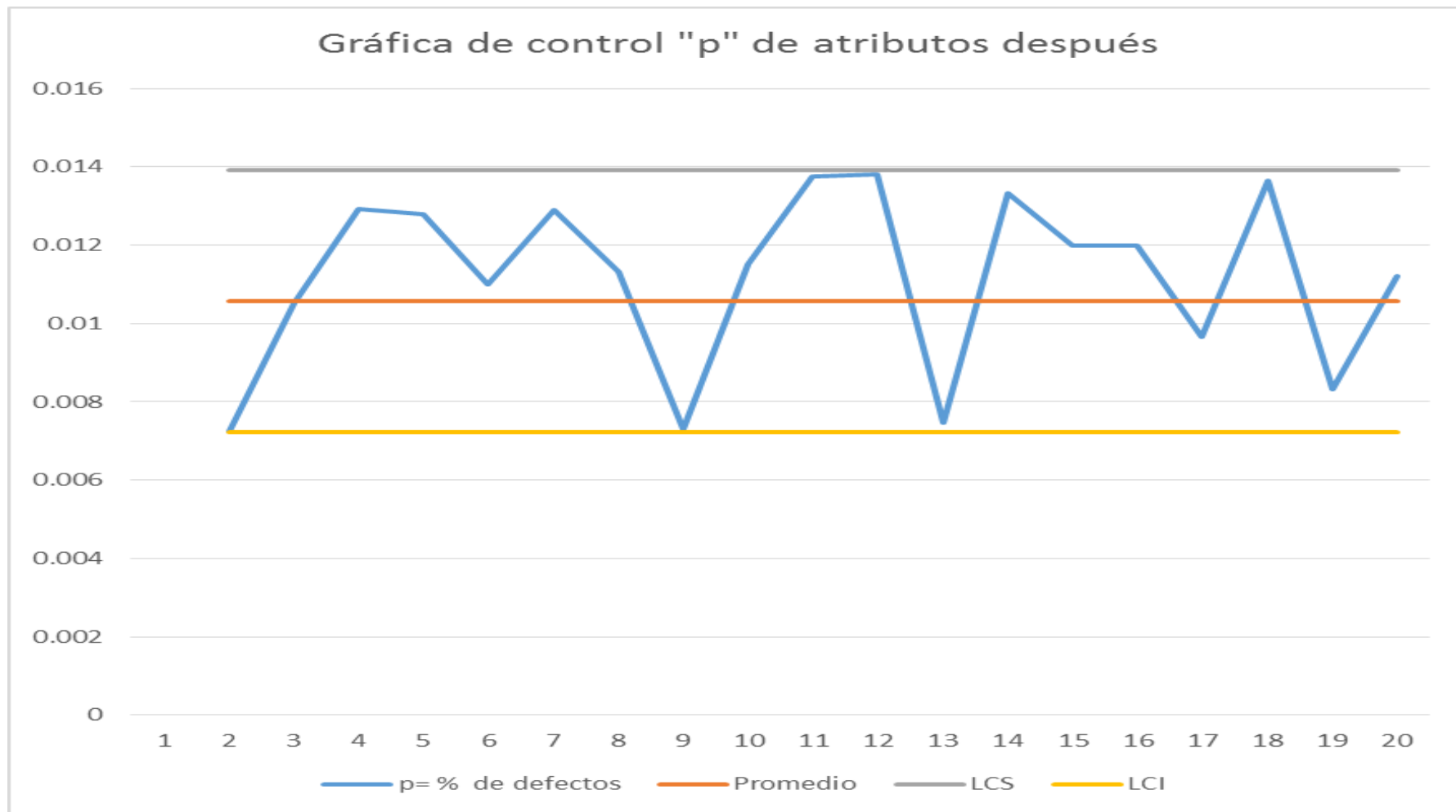


Figura. 38: Gráfica de control "p" después de mejoras implementadas, porcentaje de no conformancia.

Fuente: Elaboración propia

Lo que se observa en la figura 38 es la gráfica de control de los porcentajes de no conformancia “p” de los datos post test, observamos que los datos no superan los límites de control por lo que tenemos un proceso estadísticamente estable, es un proceso capaz, por lo que se espera que el nivel sigma se incremente.

Con los datos de defectos elaboramos la tabla de capacidad de proceso en la siguiente figura 39.

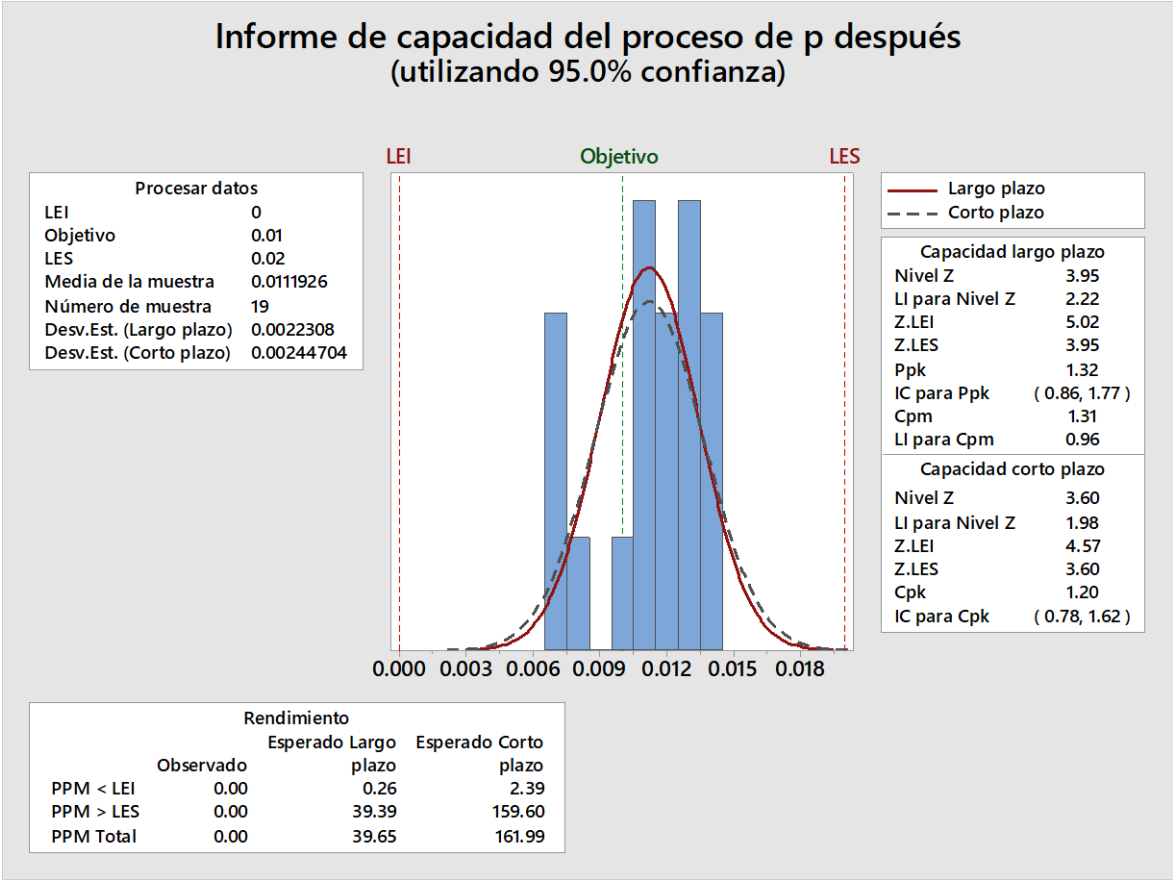


Figura. 39: Informe de capacidad de proceso de “p” después.

Fuente: Elaboración propia en Minitab 18

En la figura 39 observamos el cálculo del nivel sigma o nivel Z en la capacidad a largo plazo es 3.92, las empresas de clase mundial tienen un nivel sigma o nivel Z de 6 para lograr esta meta es un programa a largo plazo de mejora continua, se debe ir creciendo con un Z de 4, Z de 5, hasta alcanza un Z de 6. Las partes por millón defectuosas esperadas corto plazo en el límite superior es de 159.60 y las partes por millón defectuosas largo plazo esperadas disminuyen a 39.39. El Cpk o

capacidad de proceso a corto plazo que se analiza con respecto a la media nos indica que el error esperado es mayor que el rango entre el promedio y la especificación superior (2%) en este caso el Cpk es 1.20. El Cpm o capacidad de proceso con respecto a un objetivo el objetivo fue 1% indica que la diferencia del objetivo 1% y la especificación superior de 2% comparada con 3sigma es 1.31, se espera en el largo plazo que los errores caigan dentro de un rango 3sigma.

Con respecto a la capacidad corto y largo plazo se calculan con las fórmulas:

Recuerda las fórmulas


La desviación estándar de corto plazo σ , es la estadística correcta para el cálculo de los Límites de Control. Cuando trabajamos con un tamaño de la muestra igual a 1 (**Gráfico de Control IX-MR**), se calcula de la siguiente manera:

$$\hat{\sigma} = \frac{\overline{MR}}{d_2}$$

$$\overline{MR} = \frac{\sum MR}{k-1}$$

$$MR = IX_n - IX_{n-1}$$

k = número de subgrupos
 d_2 = valor tabulado, varía de acuerdo con el tamaño de la muestra



Gráfica de Rangos, sumatoria de Rangos entre n-1 rangos

La desviación estándar de largo plazo, comúnmente representada por la letra s , es aquella que hemos aprendido en las clases de estadística en la universidad. Se calcula de la siguiente manera:

$$s = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

\bar{X} = media aritmética
 X_i = valores individuales observados
 n = número de datos individuales

Figura. 40: Fórmulas de la desviación estándar cortó y largo plazo.

Fuente: Gil (2020, 135)

Se trabajará con el software SPSS para el análisis estadístico.

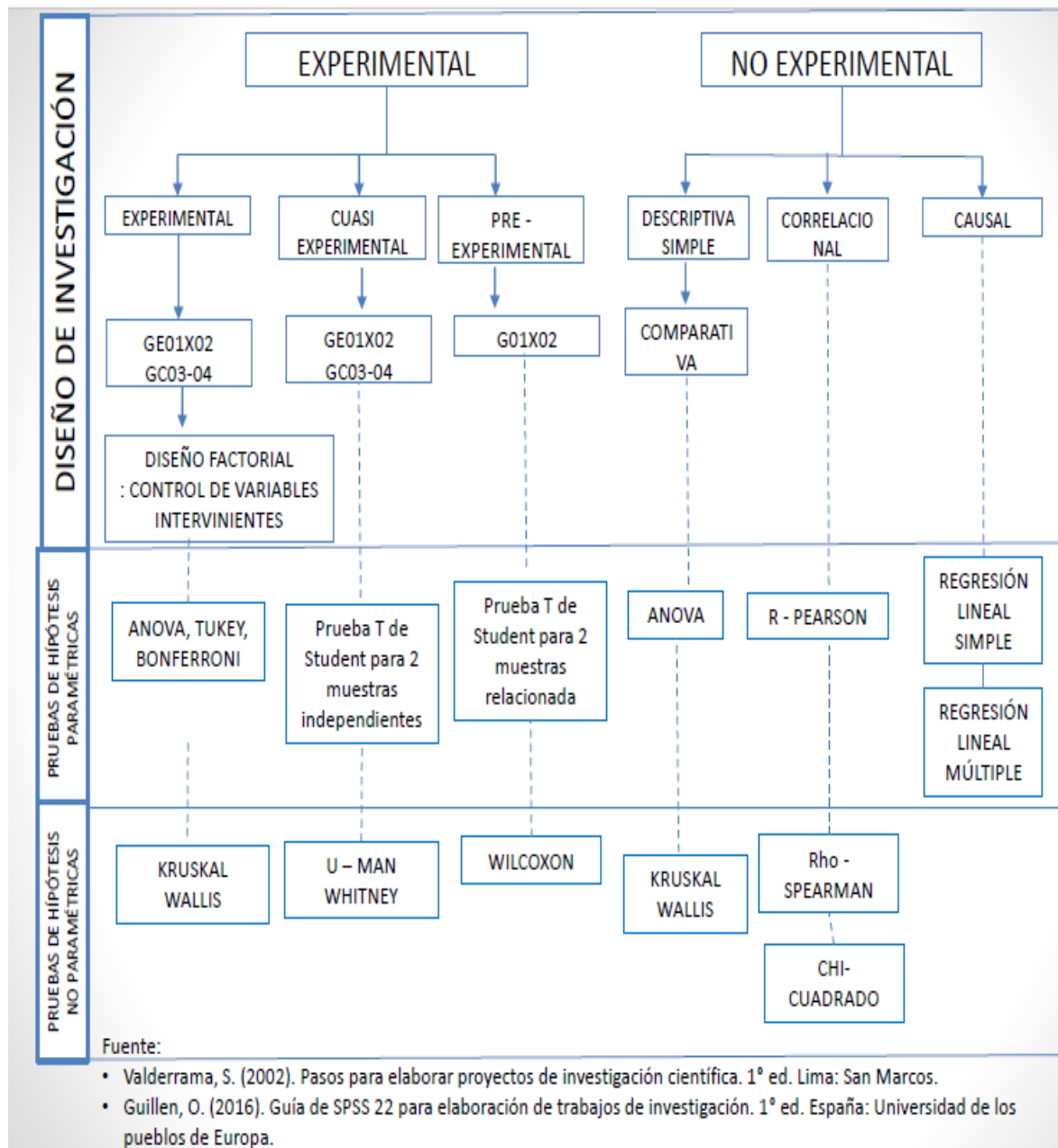


Figura. 41: Pruebas de hipótesis paramétricas y no paramétricas empleadas en la solución de problemas.

1ero: Realizar una prueba de normalidad sobre los datos de eficiencia obtenidos y sabrá si son datos paramétricos (si siguen una distribución normal, tienen forma de campana gaussiana) o no paramétricos (siguen cualquier otro tipo de distribución distinta a la normal).

Tabla 31: Defectos en atributos calculados con las coordenadas óptimas del diseño de superficie de respuesta

1era réplica	76
	100
	84
	124
	11
2da réplica	94
	38
	230
	132
	98
3era réplica	24
	112
	45
	104
	56

Fuente: Elaboración propia

La única forma matemática y científica de saber si los datos están paramétricos o no paramétricos es usar la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk (evaluar hasta 30 datos) o usar la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov (evaluar a partir de 31 datos como se muestra a continuación), En nuestro caso, dado que cada muestra duplicada contiene 6 muestras, se analizará mediante el test de Shapiro-Wilk, según el cuadro de normalidad se observa que la significancia o probabilidad de error en cada una de las réplicas es mayor que 0.05 lo que nos indica que cada una de las réplicas es paramétrica, por lo tanto se deben utilizar pruebas de hipótesis paramétricas para analizar los datos.

Tabla 32: Prueba de normalidad para los atributos calculados

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Atributos rechazos	,142	15	,200*	,918	15	,178

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia en SPSS

Tabla 33: Pruebas paramétricas y no paramétricas

PRUEBAS PARAMÉTRICAS

1. T DE STUDENT PARA UNA MUESTRA
2. T DE STUDENT PARA MUESTRAS INDEPENDIENTES
3. T DE STUDENT PARA MUESTRAS RELACIONADAS
4. ANOVA CON UN FACTOR INTERSUJETOS
5. T DE STUDENT PARA MUESTRAS RELACIONADAS
6. COEFICIENTE DE CORRELACIÓN "R" DE PEARSON

PRUEBAS NO PARAMÉTRICAS

7. X^2 BONDAD DE AJUSTE
8. BONDAD DE AJUSTE BINOMIAL
9. U MANN-WITHNEY
10. DEPENDENCIA CHI - CUADRADO
11. KRUSKAL WALLIS **ALTERNATIVA AL ANOVA DE UN FACTOR INTERSUJETOS**
12. WILCOXON
13. Q DE COCHRAN
14. MC NEMAR
15. FRIEDMAN
16. SPEARMAN

Fuente:

- Guillen, O. (2016). Guía de SPSS 22 para elaboración de trabajos de investigación. 1ª ed. España: Universidad de los pueblos de Europa.

2do: Se realizará un análisis comparativo de las medias o medianas para cada una de las réplicas y conocer si son iguales o diferentes. Al tratarse de datos paramétricos, se analizaron mediante la prueba ANOVA (de lo contrario se utilizaría la prueba de Kruskal Wallis). El análisis de varianza (ANOVA) es un método para probar si tres o más medias poblacionales son iguales mediante el análisis de la varianza de la muestra. Se utiliza para probar la hipótesis de que tres o más medias poblacionales son iguales, como en $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$.

Comprenda que un valor "p" pequeño (como 0.05 o menos) conducirá al rechazo de la hipótesis nula de igualdad de medias. Para valores de "p" mayores (por ejemplo, valores de "p" superiores a 0,05), no rechace la hipótesis nula de medias iguales.

El tratamiento (de factores o variables) es un atributo o característica que nos permite distinguir diferentes grupos.

Tabla 34: Pruebas ANOVA para los atributos rechazos

ANOVA

Atributos rechazos

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	6981,733	2	3490,867	1,266	,317
Dentro de grupos	33080,000	12	2756,667		
Total	40061,733	14			

Fuente: Elaboración propia en SPSS

En la Tabla 34 podemos ver que la significancia es 0.317, y cuando la significancia es mayor a 0.05, la hipótesis de igualdad de medias no será rechazada, lo cual se ve reforzado por la significancia de la prueba post-hoc en ANOVA (pruebas de Benferroni y Tukey) donde todas las significancias son mayores a 0.05.

Tabla 35: Pruebas post hoc de Benferroni y Tukey en ANOVA para los atributos

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Eficiencia

	(I) Réplica	(J) Réplica	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
						Límite inferior	Límite superior
HSD Tukey	Réplica 1	Réplica 2	-39,400	33,206	,483	-127,99	49,19
		Réplica 3	10,800	33,206	,944	-77,79	99,39
	Réplica 2	Réplica 1	39,400	33,206	,483	-49,19	127,99
		Réplica 3	50,200	33,206	,320	-38,39	138,79
	Réplica 3	Réplica 1	-10,800	33,206	,944	-99,39	77,79
		Réplica 2	-50,200	33,206	,320	-138,79	38,39
Bonferroni	Réplica 1	Réplica 2	-39,400	33,206	,775	-131,70	52,90
		Réplica 3	10,800	33,206	1,000	-81,50	103,10
	Réplica 2	Réplica 1	39,400	33,206	,775	-52,90	131,70
		Réplica 3	50,200	33,206	,469	-42,10	142,50
	Réplica 3	Réplica 1	-10,800	33,206	1,000	-103,10	81,50
		Réplica 2	-50,200	33,206	,469	-142,50	42,10

Fuente: Elaboración propia en SPSS.

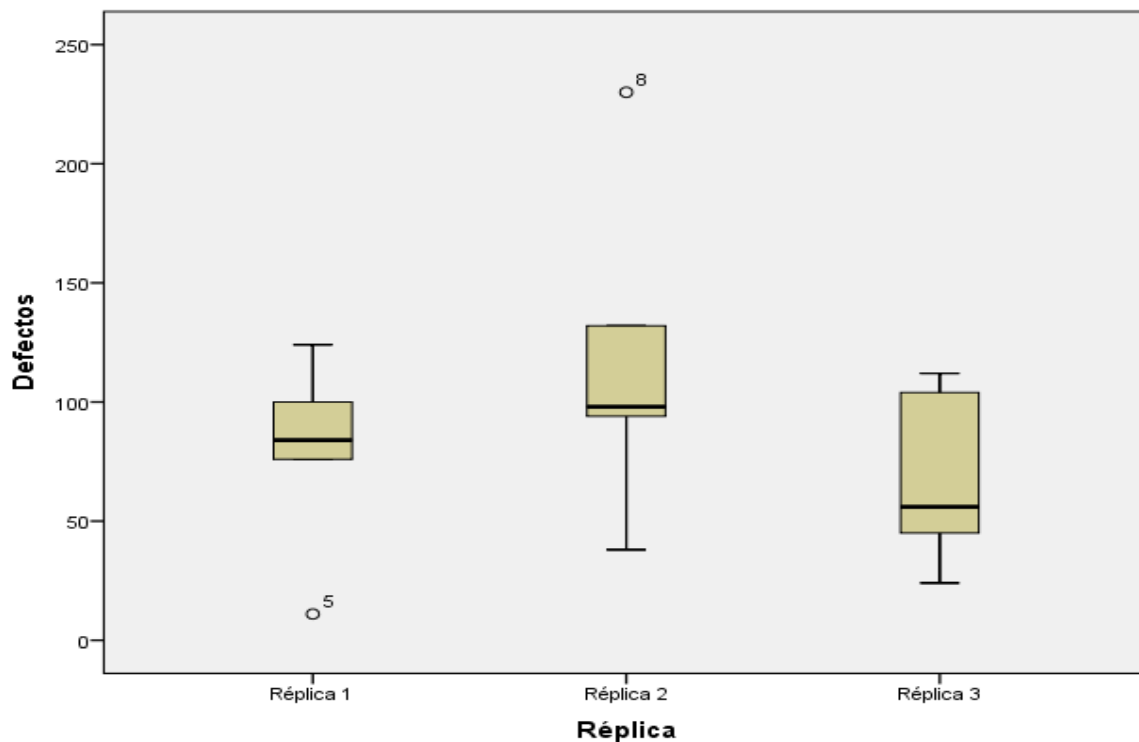


Figura. 42: Grafico de cajas de defectoss de tres réplicas post test.

Fuente: Elaboración propia.

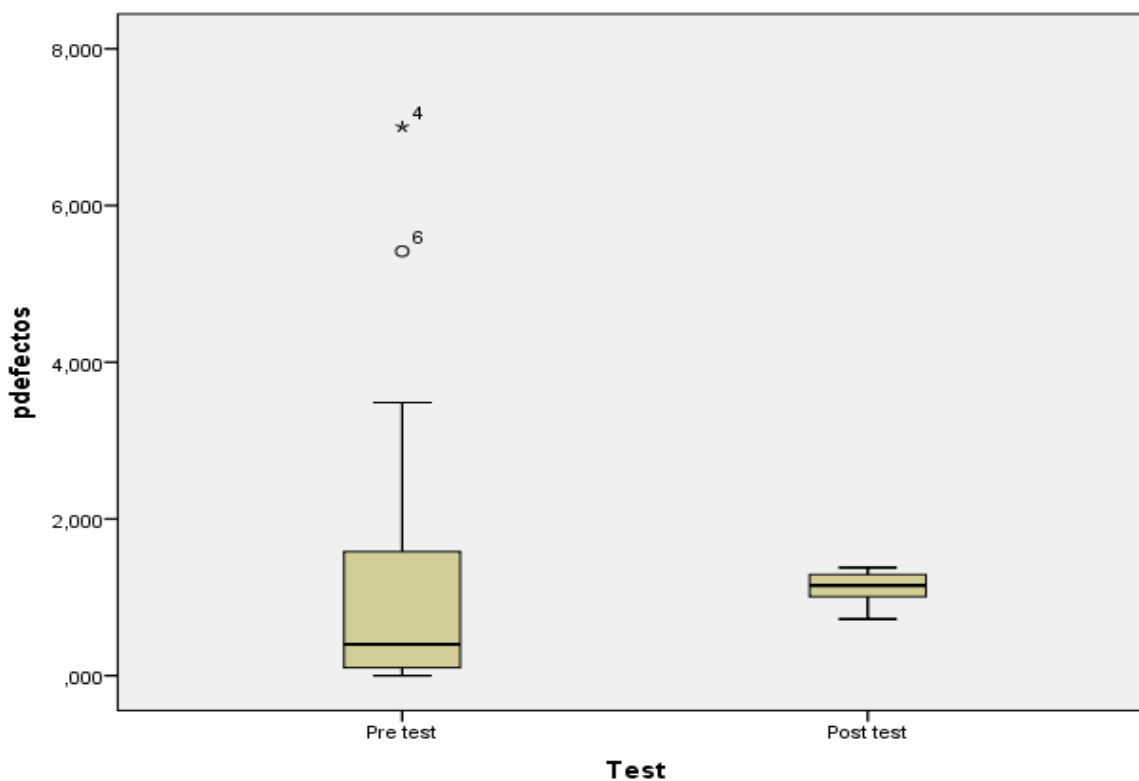


Figura. 43: Grafico de p-atributos pre test y post test.

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 43 muestra muchos cambios en el atributo p en el análisis previo a la prueba en el análisis post test la variación disminuye se logra centrar el proceso y reducir la variación hacia la izquierda y derecha del promedio.

Tabla 36: Tabla de implementacion de plan cumplido en etapa MEJORAR.

Implementación de Plan para mejoras	PROM	POST-TEST
Tener un orden en el proceso	1	100%
Capacitación a los operarios en termoformado	1	
Uso adecuado de herramientas de medicion	1	
Implementación de especificaciones para moldes	1	
Verificar la temperatura del termoformado	1	
Verificar las medidas de corte	1	

Fuente: Elaboración propia.

El análisis del impacto se evaluara en el capítulo 4 que contempla los resultados de la aplicación y las modificaciones realizadas hasta el momento en las 4 etapas.

DESARROLLO DE FASE CONTROL (C):

En esta fase se hará el seguimiento y reforzamiento de las mejoras implementadas las mismas que ayudaran a controlar las mejoras obtenidas después de aplicada las primeras fases de la metodología.

Tabla 37: Tabla cronograma de capacitaciones en la etapa CONTROLAR.

COD	DETALLE DE CAPACITACIONES	CAPACITACIÓN POR MES						
		L	M	M	J	V	S	D
CE	CURSOS ESPECIALIZADOS	CE	TE	OL	PT	M6S		
OL	ORDEN Y LIMPIEZA	OL	PT	TE	OL	M6S		
TE	TRABAJO EN EQUIPO	OL	TE	OL	PT	M6S		
M6S	METODOLOGÍA SIX SIGMA	OL	PT	TE	OL	M6S		
PT	PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO	OL	TE					

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 37 se detalla el cronograma de las capacitaciones a realizar mensualmente. 1 curso especializado por mes para reforzamiento en temas de troquelado y extrusión; 4 capacitaciones referido a control de la metodología six sigma y el resto de charlas para control diario de los operarios en la operación.

Tabla 38: Cumplimiento porcentual de capacitaciones programadas pre-test.

SEMANAS	PORCENTAJE SOLICITADO	CE	OL	TE	PT	M6S	PROM	PRE-TEST
SEMANA 1	100%	0	1	0	0	0	0.2	17%
SEMANA 2		0	0	0	0	0	0	
SEMANA 3		0	0	0	1	0	0.2	
SEMANA 4		0	0	0	0	1	0.2	
SEMANA 5		0	1	0	0	0	0.2	
SEMANA 6		0	0	1	0	0	0.2	
SEMANA 7		0	0	0	1	0	0.2	
SEMANA 8		0	0	0	0	1	0.2	
SEMANA 9		0	1	0	0	0	0.2	
SEMANA 10		0	0	0	0	0	0	
SEMANA 11		0	0	0	1	0	0.2	
SEMANA 12		0	0	0	0	1	0.2	

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 38 muestra el porcentaje de capacitaciones en la etapa antes de aplicar la metodología.

Revisar especificaciones de Orden de pedido. En este paso el personal realiza la revisión de la orden de pedido en el cual especifica el cliente, el modelo de tapa, el espesor de bobina a utilizar, la cantidad, entre otros. Para lo cual nosotros consideraremos una plancha para hacer la prueba y ajustar los parámetros de la temperatura en la cual se va a termoformar la bobina.

Actividades donde se procede con los siguientes pasos que se muestran en las figuras 44 y 45 del proceso de termoformado.

Presentación de plan de control.

A continuación en la tabla 34 se precisa los pasos a realizar para controlar el proceso y evitar las fallas en el proceso que causan defectos.

Tabla 34. Plan de control del proceso de termoformado.

PROCESO	PASOS DE OPERACIÓN	OPERARIO	CARACTERÍSTICAS		MÉTODO			PLAN		
			PRODUCTO	ACTIVIDAD	ESPECIFICACIONES DEL PROCESO	PRUEBA	MÉTODO DE CONTROL	APROBACIÓN		ACCIÓN CORRECTIVA
						CANTIDAD		SI	NO	
TERMOFORMADO DE TAPAS PARA PERFUME	REVISAR ESPECIFICACIONES	OPERARIO "X"	HOJA DE PEDIDO	REVISAR ORDEN DE COMPRA	CANTIDAD Y ESPESOR DE GRAMAJE	01 PLANCHA	VERIFICAR PRODUCTO			PROCEDE O REPROCESA
	MEDIR BOBINA		BOBINA PORIETIRENO	MEDIR	ESPESOR (40, 50, 60)	MICROMETRO	VERIFICAR MEDIDA			INFORMAR AL JEFE DE AREA
	COLOCAR MOLDE		MOLDE	COLOCAR	EN MAQUINA DE TERMOFORMADO	MEDIDA	VERIFICAR POSICIÓN			INFORMAR AL JEFE DE AREA
	CALIBRAR TEMPERATURA		TERMOFORMADOR	MEDIR	PARAMETRO DE TEMPERATURA	TERMOMETRO	VERIFICAR TEMPERATURA			INFORMAR AL JEFE DE AREA
	PROCESAR		TAPAS PARA PERFUME	ENCENDER TERMOFORMADOR	INICIAR PROCESO	VISUAL	EVALUAR PROCESO			INFORMAR AL JEFE DE AREA
	CORTE - ACABADO		TAPAS PARA PERFUME	CORTAR	TAPAS TERMOFORMADAS	MEDIR	VERIFICAR MEDIDA			INFORMAR AL JEFE DE AREA

Fuente: Elaboración propia

<p>Medir espesor de plancha de bobina</p>	<p>Ajuste de molde modificaciones.</p>
	
<p>Ajuste de Molde</p>	<p>Precisión del molde</p>
	

Figura. 44: Mejoras implementadas en el proceso de termoformado.

Fuente: Elaboración propia.

Actividades referidas a temperatura y patrón aprobado.

Parámetros de temperatura	Termoformando.
	
Patrón de envase aprobado	Corte para empaque y despacho.
	

Figura. 45: Mejoras implementadas en el proceso de termoformado.

Fuente: Elaboración propia.

Pruebas de comprobación.

Luego de implementar las mejoras, se realizará un análisis para evaluar los resultados, y luego se verificarán en la Tabla 39.

Tabla 39: Tabla de defectos de envases post test.

ESTADO MENSUAL DE DEFECTOS POST TEST					
MES	CANTIDAD PROCESADA	CANTIDAD DEFECTOS	CANTIDAD CONFORME	PORCENTAJE DEFECTOS	PORCENTAJE CONFORMES
JULIO 2020	18700	936	17764	5.01%	94.99%
AGOSTO 2020	37300	1597	35703	4.28%	95.72%
SETIEMBRE 2020	27300	956	26344	3.50%	96.50%
PORCENTAJE PROMEDIO DE DEFECTOS				4.26%	

Fuente: Elaboración propia.

Diagrama porcentual de datos post – test.

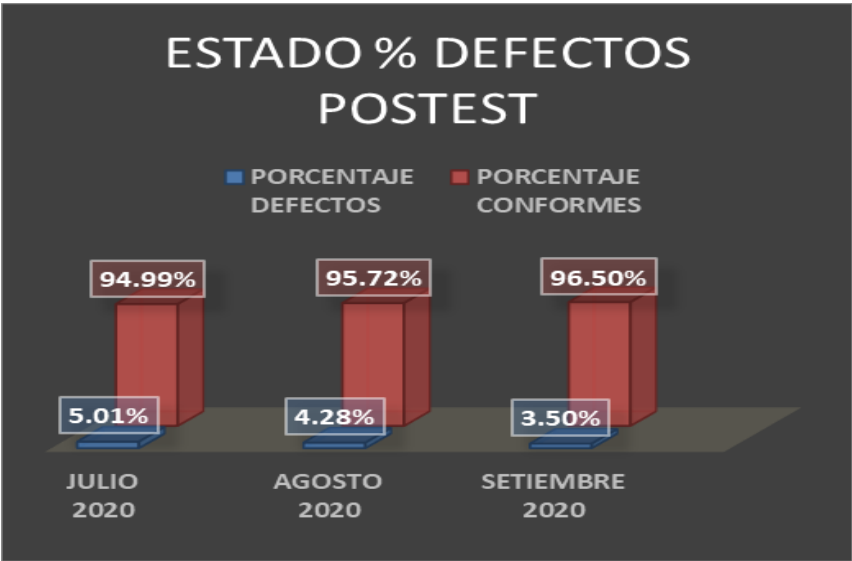


Figura. 46: Diagrama porcentual de defectos post-test.

Fuente: Elaboración propia.

La figura 46 grafica que el porcentaje mensual de defectos se redujo a 3.5% en setiembre, el promedio de defectos de los meses analizados posterior a la mejora es de 4.26% aprox. El cual está ligeramente encima del índice proyectado.

Informe de R&R del sistema de medición (ANOVA) para Medida

Nombre del sistema de medición : Sistema R&R
 Fecha del estudio: Septiembre 2020

Notificado por: Jéssica Bonafón
 Tolerancia:
 Misc:

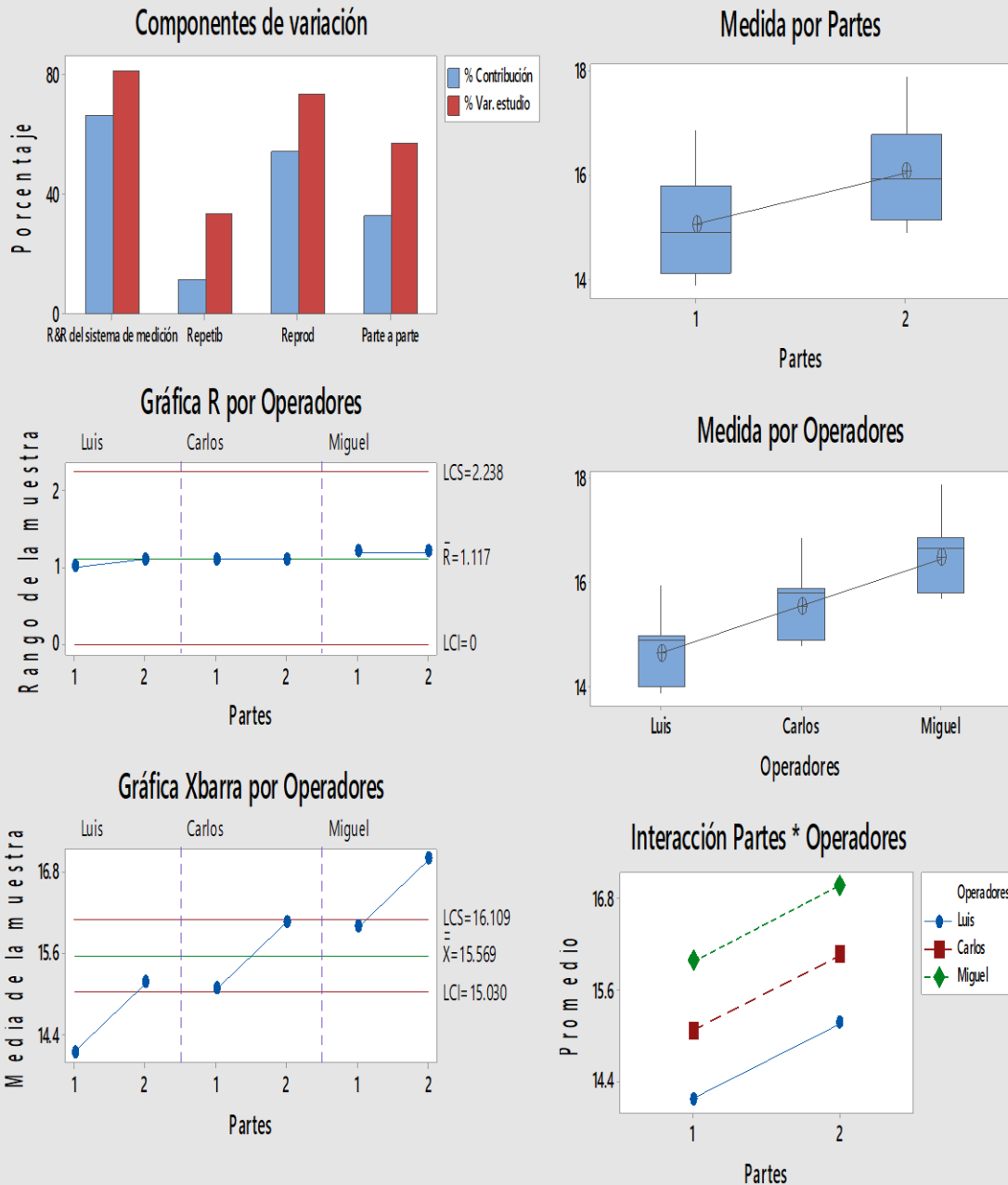


Figura. 47: Sistema R&R del sistema de medición (ANOVA) para medida.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla ANOVA de dos factores con interacción

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Partes	1	9.1003	9.10028	32761.0	0.000
Operadores	2	19.9839	9.99194	35971.0	0.000
Partes * Operadores	2	0.0006	0.00028	0.0	0.999
Repetibilidad	30	5.5517	0.18506		
Total	35	34.6364			

α para eliminar el término de interacción = 0.05

Tabla ANOVA dos factores sin interacción

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Partes	1	9.1003	9.10028	52.4491	0.000
Operadores	2	19.9839	9.99194	57.5882	0.000
Repetibilidad	32	5.5522	0.17351		
Total	35	34.6364			

Figura. 48: Análisis ANOVA de dos factores con interacción y sin interacción.

Fuente: elaboración propia en Minitab 18

R&R del sistema de medición

Componentes de la varianza

Fuente	CompVar	%Contribución (de CompVar)
Gage R&R total	0.99171	66.66
Repetibilidad	0.17351	11.66
Reproducibilidad	0.81820	55.00
Operadores	0.81820	55.00
Parte a parte	0.49593	33.34
Variación total	1.48764	100.00

Evaluación del sistema de medición

Fuente	Desv.Est. (DE)	Var. estudio (6 × DE)	%Var. estudio (%VE)
Gage R&R total	0.99585	5.97508	81.65
Repetibilidad	0.41654	2.49925	34.15
Reproducibilidad	0.90455	5.42727	74.16
Operadores	0.90455	5.42727	74.16
Parte a parte	0.70422	4.22535	57.74
Variación total	1.21969	7.31814	100.00

Número de categorías distintas = 1

Figura. 49: Análisis R&R del sistema de medición.

Fuente: elaboración propia en Minitab 18

3.8.5 Mostrar los datos post test

Se implementaron medidas de mejora Six Sigma para reducir los defectos. Los datos de producción de envases para los últimos meses después de la reducción de costos se muestran debajo de la tabla detallada de julio de 2020 a septiembre de 2020:

Tabla 40: Detalle del costo de producción de los meses post-test.

Mes	Producto	Uni. De orden de Pedidos	Costos de Materiales Directos (MPD)	Costos de Mano de Obra (MOD)	Costos Indirectos de Fabricación (CIF)	Costo Primo (CP)	Costo de conversión (CC)	Costos de Producción (CPD)
Jul-20	0.40 con	4500	\$ 84,90	\$ 91,80	\$ 50,00	\$ 176,70	\$ 141,80	\$ 226,70
Jul-20	0.40 sin	3200	\$ 84,90	\$ 92,10	\$ 50,00	\$ 177,00	\$ 142,10	\$ 227,00
Jul-20	0.40 sin	4000	\$ 84,90	\$ 74,50	\$ 47,80	\$ 159,40	\$ 122,30	\$ 207,20
Jul-20	0.50 con	1400	\$ 105,90	\$ 95,30	\$ 57,10	\$ 201,20	\$ 152,40	\$ 258,30
Jul-20	0.60 con	4000	\$ 125,60	\$ 95,10	\$ 63,40	\$ 220,70	\$ 158,50	\$ 284,10
Jul-20	0.60 con	1600	\$ 125,60	\$ 95,50	\$ 63,30	\$ 221,10	\$ 158,80	\$ 284,40
Ago-20	0.40 sin	3100	\$ 84,90	\$ 74,40	\$ 48,00	\$ 159,30	\$ 122,40	\$ 207,30
Ago-20	0.40 sin	5000	\$ 84,90	\$ 74,30	\$ 48,00	\$ 159,20	\$ 122,30	\$ 207,20
Ago-20	0.40 sin	3400	\$ 105,90	\$ 95,30	\$ 57,20	\$ 201,20	\$ 152,50	\$ 258,40
Ago-20	0.40 sin	3400	\$ 105,90	\$ 95,60	\$ 57,00	\$ 201,50	\$ 152,60	\$ 258,50
Ago-20	0.50 con	4000	\$ 105,90	\$ 96,00	\$ 57,20	\$ 201,90	\$ 153,20	\$ 259,10
Ago-20	0.50 con	3200	\$ 105,90	\$ 95,70	\$ 57,00	\$ 201,60	\$ 152,70	\$ 258,60
Ago-20	0.50 con	2000	\$ 105,90	\$ 95,60	\$ 57,00	\$ 201,50	\$ 152,60	\$ 258,50
Ago-20	0.50 con	3100	\$ 105,90	\$ 95,50	\$ 57,10	\$ 201,40	\$ 152,60	\$ 258,50
Ago-20	0.50 con	3600	\$ 105,90	\$ 95,30	\$ 57,40	\$ 201,20	\$ 152,70	\$ 258,60
Ago-20	0.60 con	4200	\$ 125,60	\$ 95,10	\$ 63,40	\$ 220,70	\$ 158,50	\$ 284,10
Ago-20	0.60 con	1700	\$ 125,60	\$ 95,20	\$ 63,30	\$ 220,80	\$ 158,50	\$ 284,10
Ago-20	0.60 con	600	\$ 125,60	\$ 95,50	\$ 63,50	\$ 221,10	\$ 159,00	\$ 284,60
Set-20	0.40 con	6000	\$ 84,90	\$ 92,20	\$ 50,00	\$ 177,10	\$ 142,20	\$ 227,10
Set-20	0.40 con	4500	\$ 84,90	\$ 91,80	\$ 50,00	\$ 176,70	\$ 141,80	\$ 226,70
Set-20	0.40 sin	3200	\$ 105,90	\$ 95,60	\$ 57,00	\$ 201,50	\$ 152,60	\$ 258,50
Set-20	0.50 con	2000	\$ 105,90	\$ 95,60	\$ 57,00	\$ 201,50	\$ 152,60	\$ 258,50
Set-20	0.50 con	3200	\$ 105,90	\$ 95,70	\$ 57,20	\$ 201,60	\$ 152,90	\$ 258,80
Set-20	0.60 con	4200	\$ 125,60	\$ 95,10	\$ 63,40	\$ 220,70	\$ 158,50	\$ 284,10
Set-20	0.60 con	4200	\$ 125,60	\$ 95,10	\$ 63,40	\$ 220,70	\$ 158,50	\$ 284,10

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 40 muestra los productos fabricados después de la mejora con base en el instituto, el costo de MOD, el costo de MPD, el costo de CIF y el costo principal y el costo de conversión.

3.8.6 Recursos y Presupuestos.

A continuación, se introducirá en detalle el análisis de costo-beneficio para evaluar el tiempo de recuperación del costo de inversión durante la implementación del método.

Tabla 41: Análisis de costo beneficio año 1.

	Mes 0	Mes1	Mes2	Mes3	Mes4	Mes5	Mes6	Mes7	Mes8	Mes9	Mes10	Mes11	Mes12
Ventas adicionales proyectadas		S/. 17'844	S/. 17'844	S/. 17'844	S/. 17'844	S/. 17'844	S/. 17'844	S/. 17'844	S/. 17'844	S/. 17'844	S/. 17'844	S/. 17'844	S/. 17'844
Costos proyectados (Suministros)		S/. 1'900	S/. 1'900	S/. 1'900	S/. 1'900	S/. 1'900	S/. 1'900	S/. 1'900	S/. 1'900	S/. 1'900	S/. 1'900	S/. 1'900	S/. 1'900
Inversión	-S/. 26'596,00												
Beneficio mensual después de la mejora		S/. 15'944	S/. 15'944	S/. 15'944	S/. 15'944	S/. 15'944	S/. 15'944	S/. 15'944	S/. 15'944	S/. 15'944	S/. 15'944	S/. 15'944	S/. 15'944
Saldo acumulado		S/. 15'944	S/. 31'888	S/. 47'831	S/. 63'775	S/. 79'719	S/. 95'663	S/. 111'606	S/. 127'550	S/. 143'494	S/. 159'438	S/. 175'381	S/. 191'325

TEA	15%	Ahorro plazo fijo
TEM	1,171%	$TEM = (1+TEA)^{1/12} - 1$ (interés compuesto)
VAN	S/. 150'923,05	
TIR	60%	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 42: Evaluación de inversión Costo - Beneficio.

TEA	15%	Ahorro plazo fijo
TEM	1,171%	$TEM = (1+TEA)^{1/12} - 1$ (interés compuesto)
VAN	S/. 150'923,05	
TIR	60%	
B/C	S/ 6,67	Por cada S/1.00 invertido en el proyecto de aplicación de metodología Six sigma la empresa obtiene una ganancia de S/. 6,67

Fuente: Elaboración propia.

IV. RESULTADOS

Análisis descriptivo de la variable independiente: Six sigma

Para el análisis descriptivo de la VI Seis sigma se analizará cada dimensión (etapas DMAIC), así también interpretaremos la media, desviación estándar, curtosis y asimetría.

Los datos para cada etapa son actividades construidas en secuencia de cada fase, el cual se mide porcentualmente para determinar el logro en el pre (Diciembre 2019, Enero 2020 y Febrero 2020) y el post (Julio 2020, Agosto 2020 y Setiembre 2020) el cual equivale a 12 semanas tanto para el antes y el después.

Tabla 43: Dimensiones e indicadores de la variable independiente Six Sigma.

DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	ESCALA
Definir	<p style="text-align: center;">Cumplimiento de actividades:</p> $= \frac{\text{Actividades revizadas para definir}}{\text{Actividades planeadas para definir}} \times 100$	Porcentaje (%)	Razón
Medir	<p style="text-align: center;">Cumplimiento de mediciones en el proceso:</p> $= \frac{\text{Mediciones realizadas}}{\text{Mediciones programadas}} \times 100$	Porcentaje (%)	Razón
Analizar	<p style="text-align: center;">Cumplimiento de análisis de causas:</p> $= \frac{\text{Causas analizadas real}}{\text{Total de causas para analizar}} \times 100$	Porcentaje (%)	Razón
Mejorar	<p style="text-align: center;">Cumplimiento de implementación de plan:</p> $= \frac{\text{Total de plan ejecutado}}{\text{Total de plan programado}} \times 100$	Porcentaje (%)	Razón
Controlar	<p style="text-align: center;">Porcentaje de Cumplimiento de Capacitaciones:</p> $= \frac{TCE}{TCP} \times 100$	Porcentaje (%)	Razón

Fuente: Elaboración propia

Dimensión “Definir”:

Tabla 44: Cumplimiento de actividades revisadas para definir antes y después.

IT	REVISION DE ACTIVIDADES PARA DEFINIR CTQ DE CLIENTES	Pre test	Post test
1	Revisar especificaciones en orden de compra	0,42	8,50
2	Minimizar los reproceso por defectos	0,33	7,83
3	Ajustar defectos a tolerancia propuesta (< 4%)	0,33	7,22
4	Puntualidad en ejecutar pedidos	0,67	8,72
5	Mantener indice de accidentabilidad en 0	0,92	8,83
6	Cumplimiento de capacitaciones programadas	0,33	8,86
7	Entregar molde para iniciar producción 2 días hábil	0,50	8,96
8	Cumplir estandares de calidad	0,58	9,05
9	Cero no conformidades (Envases sin defectos)	0,67	8,44
10	Orden y limpieza zona despacho	0,75	9,23
11	Emitir certificado de producto 1 día hábil	0,75	9,31

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45: Análisis descriptivo de la dimensión definir antes y después

Estadísticos

		Definir antes	Definir después	Diferencia definir
N	Válidos	11	11	11
	Perdidos	0	0	0
Media		56,8182	96,9700	40,1509
Error típ. de la media		6,03267	1,69405	5,48410
Mediana		58,3300	100,0000	41,6700
Moda		33,33	100,00	25,00
Desv. típ.		20,00812	5,61851	18,18869
Varianza		400,325	31,568	330,828
Asimetría		,208	-1,801	-,211
Error típ. de asimetría		,661	,661	,661
Curtosis		-1,100	2,616	-,955
Error típ. de curtosis		1,279	1,279	1,279
Rango		58,34	16,67	58,34
Mínimo		33,33	83,33	8,33
Máximo		91,67	100,00	66,67
Suma		625,00	1066,67	441,66

Fuente: Elaboración propia y SPSS.

Comentarios de la tabla 45, el promedio de cumplimiento de actividades revisadas para definir entre la etapa pre y post mejoro en un 40,15% incrementando así de 56,82% a 96,97%; con una variación (desviación estándar) que disminuyo de 20,01 (antes) a 5,62 (después); más de 6 actividades se han cumplido al 100% en relación al pre; de igual forma se observa que la distribución tiene una asimetría negativa de -1,8 y la curtosis paso de -1,1 Platicúrtica en el pre a 2,62 Leptocúrtica en el post).

Por lo tanto se concluye que al cumplir las actividades programadas en esta etapa obtendremos resultados positivos las mismas que ayudarán a mejorar las siguientes etapas.

Media: Es el promedio aritmético de una distribución, en este caso la media pre-test es 56,8182, post-test es 96,9700 y se tiene un incremento 40,1509.

Desviación estándar: Promedio de desviación de cada una de las puntuaciones con respecto a la media que se expresa en las unidades originales de medición de la distribución. Sólo se utiliza en variables medidas por intervalos o de razón, este caso la desviación estándar pre-test es 20,00812, post-test es 5,61851 disminuyendo en un 18,18869.

Asimetría: Estadística necesaria para conocer cuánto se parece nuestra distribución a una distribución teórica llamada curva normal. En este caso el valor de asimetría pre-test es 0,208 los datos se han agrupado levemente a la izquierda y en el post-test es -1,801 los datos levemente están pegados a la derecha en el histograma.

Curtosis: Indicador de lo plana o “picuda” que es una curva. En este caso el valor de la Curtosis pre test es -1,100 indica que la curva del histograma es levemente ancha y post test es 2,616 indica que la curva es picuda.

Mínimo: El valor observado en el cumplimiento de actividades programadas pre-test 33,33 y post-test 83,33.

Máximo: El valor observado en el cumplimiento de actividades programadas pre-test 91,67 y post-test 100,00.

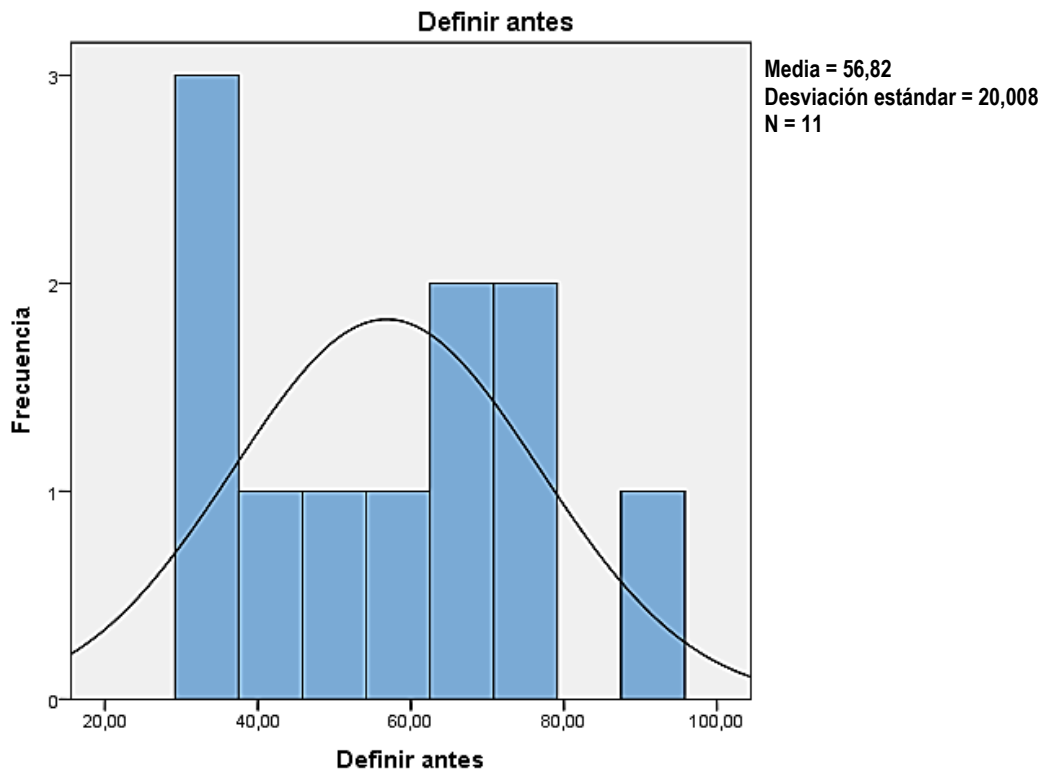


Figura. 50: Histograma definir antes

Fuente: Elaboración propia en SPSS

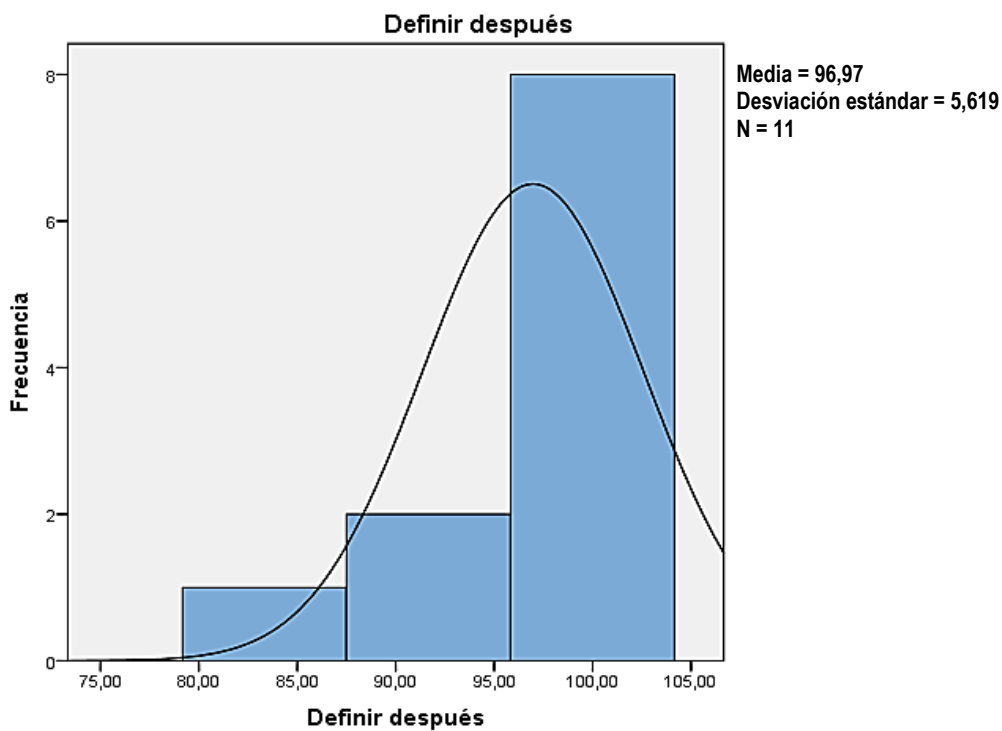


Figura. 51: Histograma definir después

Fuente: Elaboración propia en SPSS

Dimensión “Medir”:

Tabla 46: Cumplimiento de mediciones programadas en el proceso antes y después.

Semana	Mediciones pre	Mediciones post
1	0,83	1,00
2	0,67	0,92
3	0,83	0,94
4	0,50	0,83
5	0,83	0,92
6	0,83	0,92
7	0,92	1,00
8	0,83	1,00
9	0,75	1,00
10	0,72	0,83
11	0,67	1,00
12	0,92	1,00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 47: Análisis descriptivo de la dimensión medir antes y después

		Estadísticos		
		Medir antes	Medir después	Diferencia Medir
N	Válido	12	12	12
	Perdidos	0	0	0
Media		77,5000	94,6667	17,0000
Error estándar de la media		3,46519	1,87622	2,80151
Mediana		83,0000	97,0000	14,0000
Moda		83,00	100,00	8,00
Desviación estándar		12,00379	6,49942	9,70473
Varianza		144,091	42,242	94,182
Asimetría		-1,032	-,923	,700
Error estándar de asimetría		,637	,637	,637
Curtosis		1,205	-,319	-1,047
Error estándar de Curtosis		1,232	1,232	1,232
Rango		42,00	17,00	25,00
Mínimo		50,00	83,00	8,00
Máximo		92,00	100,00	33,00
Suma		930,00	1136,00	204,00

Fuente: Elaboración propia

Interpretación de la tabla 47. La media del cumplimiento de mediciones realizadas mejoro en un 17,00% del pre 77,5% llegando al 94,67% de cumplimiento; existe una variación que disminuyo de 12,00 (antes) a 6,50 (después); más del 50% de mediciones se han cumplido al 100% en el post; de igual forma se observa que la distribución tiene una asimetría negativa de -0,923 el cual se incrementó levemente con relación al antes y la curtosis cambio la forma de Leptocúrtica (1,205) a Platicúrtica (-0,319).

Concluimos que al realizar las mediciones programadas en esta etapa existe diferencias favorables en el proceso y por ende mejora el seguimiento al proceso.

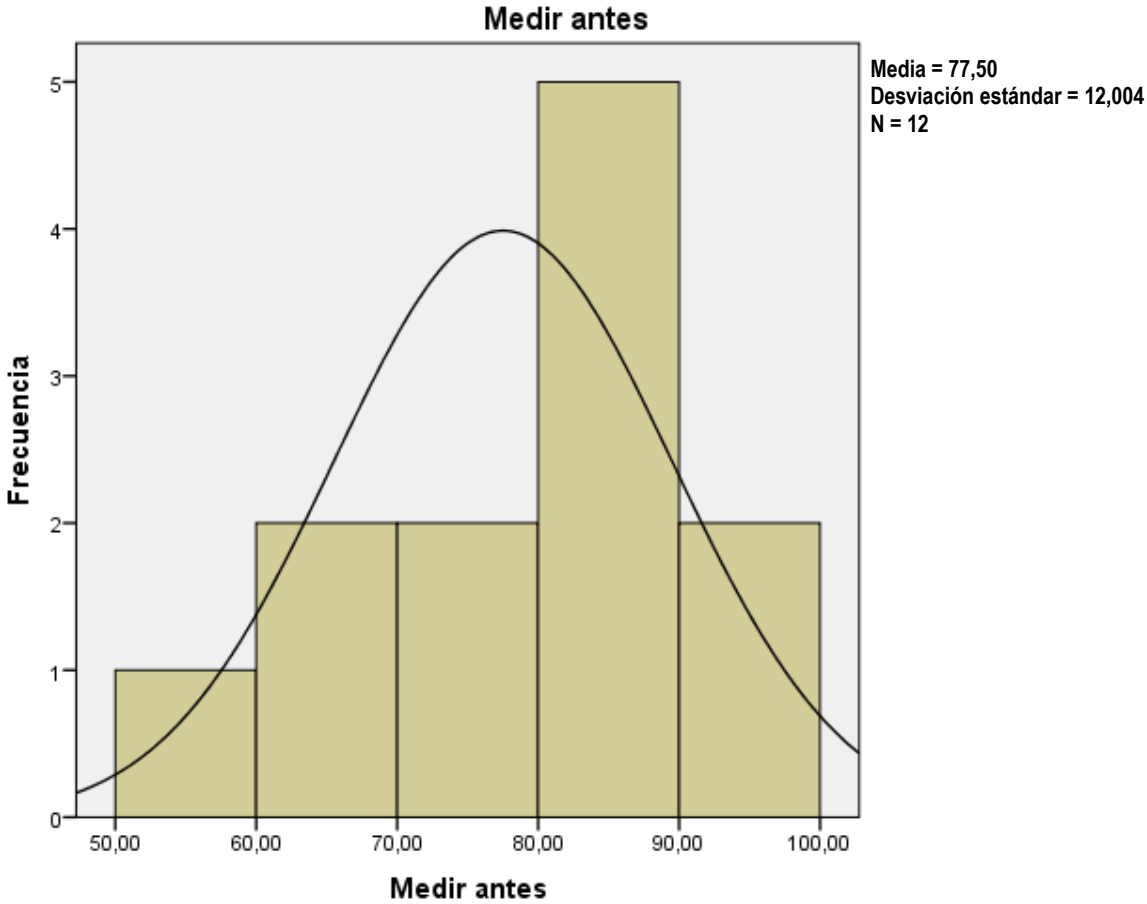


Figura. 52: Histograma de medir antes.

Fuente: Elaboración propia en SPSS

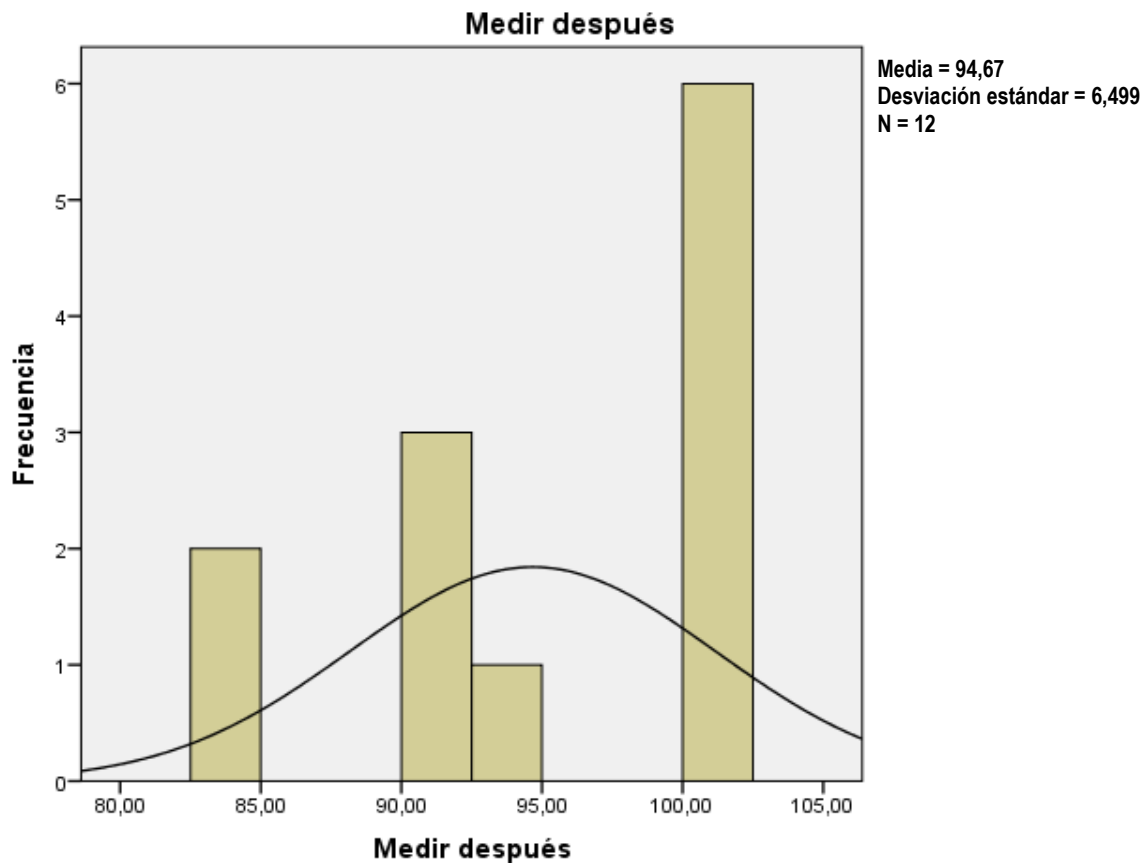


Figura. 53: Histograma medir después.

Fuente: Elaboración propia en SPSS

Dimensión “Analizar”:

Tabla 48: Causas programadas para analizar antes y después.

Detalle de causas para analizar	Pre	Post
No se ajusta a tolerancia en defectos de formado.	0,00	1,00
No hacen un uso adecuado de las herramientas de medición.	0,75	1,00
Los moldes no tienen especificaciones.	0,00	1,00
No existe especificaciones descritos de corte manual.	0,00	1,00
Colocado incorrecto de molde.	0,00	1,00
Error en parámetros de temperatura	0,00	1,00
Corte errado de planchas termoformadas.	0,25	1,00
Operador de máquina termoformadora no revisa orden de pedido.	0,00	1,00
Emision de Orden de pedido con dato errado.	0,58	1,00
Alto contenido de aluminio en molde (material reciclado).	0,00	1,00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 49: Análisis descriptivo de la dimensión analizar antes y después

Estadísticos

		Analizar antes	Analizar después	Diferencia analizar
N	Válidos	10	10	10
	Perdidos	0	0	0
Media		15,8330	100,0000	84,1670
Error típ. de la media		8,91039	,00000	8,91039
Mediana		,0000	100,0000	100,0000
Moda		,00	100,00	100,00
Desv. típ.		28,17712	,00000	28,17712
Varianza		793,950	,000	793,950
Asimetría		1,595		-1,595
Error típ. de asimetría		,687	,687	,687
Curtosis		1,188		1,188
Error típ. de curtosis		1,334	1,334	1,334
Rango		75,00	,00	75,00
Mínimo		,00	100,00	25,00
Máximo		75,00	100,00	100,00
Suma		158,33	1000,00	841,67

Fuente: Elaboración propia

Interpretación de la tabla 49. El promedio de analizar las causas programadas en comparación con el antes se incrementó de 15,83% a 100,0%; también existe una variación que disminuyó de 28,18 (antes) a 0,00 (después); el análisis de causas se ha cumplido al 100,00% en el después; así mismo se observa que la distribución tiene una asimetría positiva de 1,595 el cual se redujo a 0,00 en el después y la curtosis modificó su forma de Leptocúrtica (1,188) a Mesocúrtica (0,00).

Concluimos que analizar las causas programadas en esta etapa existe incrementos representativos en relación del antes y después.

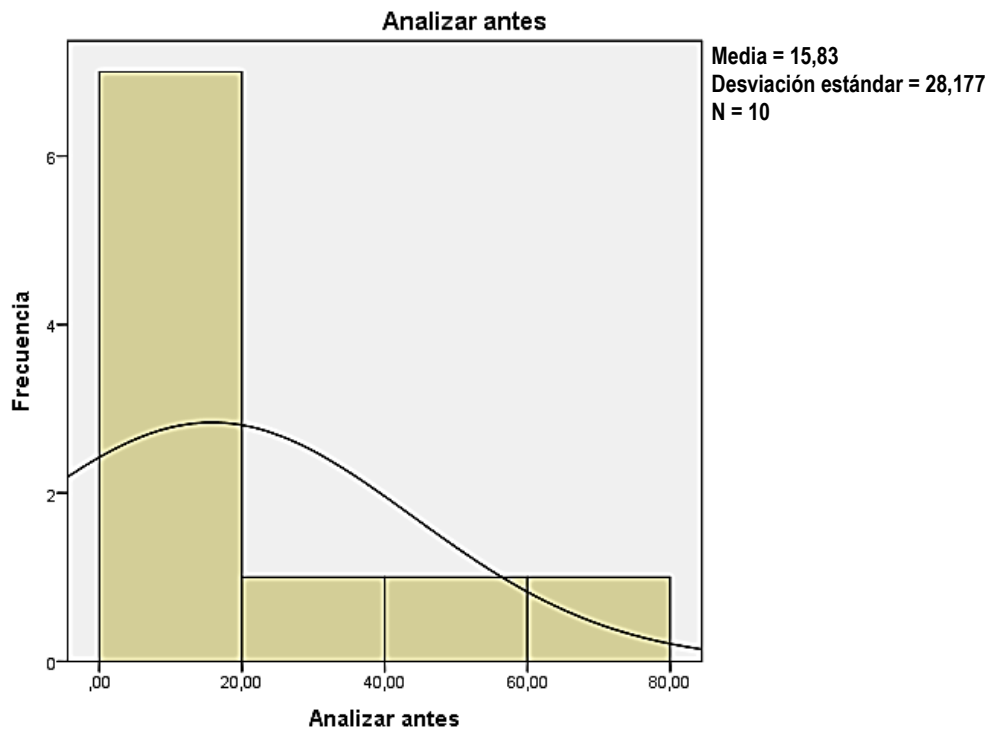


Figura. 54: Histograma analizar antes

Fuente: Elaboración propia en SPSS

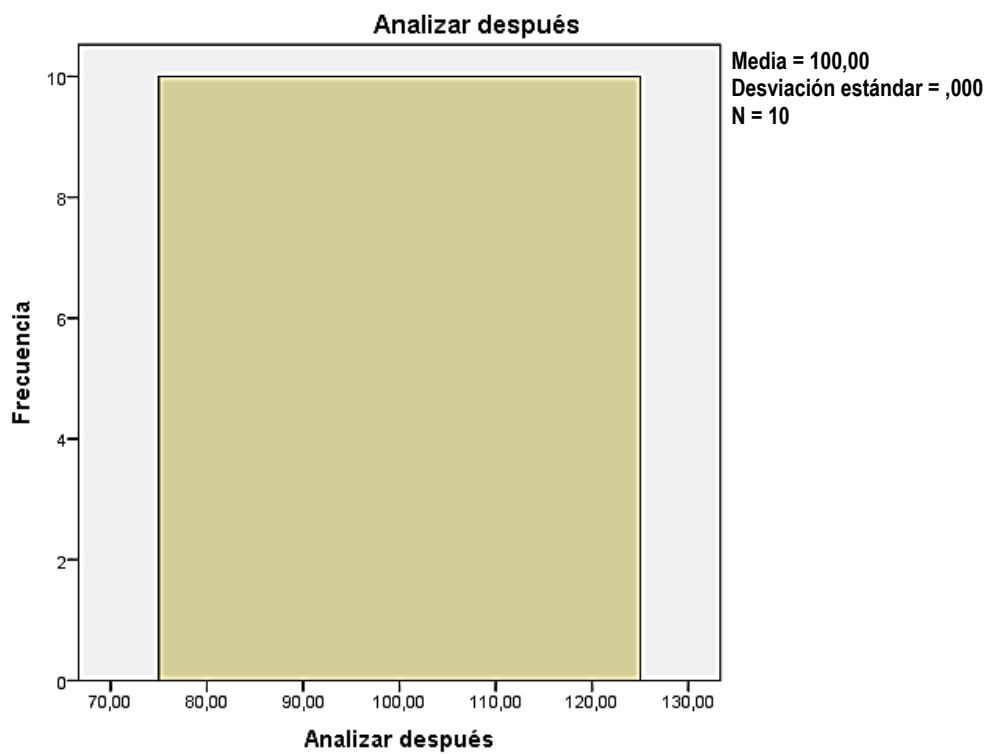


Figura. 55: Histograma analizar después

Fuente: Elaboración propia en SPSS.

Dimensión “Mejorar”:

Tabla 50: Cumplimiento de implementación de plan para mejorar antes y después.

Implementación de plan para mejoras	Pre	Post
Tener un orden en el proceso	0,00	100,00
Capacitación a los operarios en termoformado	0,00	100,00
Uso adecuado de herramientas de medicion	0,00	100,00
Implementación de especificaciones para moldes	0,00	100,00
Verificar la temperatura del termoformado	0,00	100,00
Verificar las medidas de corte	0,00	100,00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 51: Análisis descriptivo de la dimensión mejorar antes y después.

		Estadísticos		
		Mejorar antes	Mejorar después	Diferencia Mejorar
N	Válido	6	6	6
	Perdidos	6	6	6
Media		,0000	100,0000	100,0000
Error estándar de la media		,00000	,00000	,00000
Mediana		,0000	100,0000	100,0000
Moda		,00	100,00	100,00
Desviación estándar		,00000	,00000	,00000
Varianza		,000	,000	,000
Error estándar de asimetría		,845	,845	,845
Error estándar de curtosis		1,741	1,741	1,741
Rango		,00	,00	,00
Mínimo		,00	100,00	100,00
Máximo		,00	100,00	100,00
Suma		,00	600,00	600,00

Fuente: Elaboración propia

Interpretación de la tabla 51. El promedio de, la variación estándar, la asimetría y la curtosis referido al cumplimiento de implementación de planes para mejorar el proceso se incrementó ya que en el proceso antes no se implementó ningún plan (0 implementaciones) y en el proceso después se logró implementar al 100% los planes programados y/o propuestos.

Concluimos que implementar los planes de mejora programadas en esta etapa se logró al 100% en relación al 0% del proceso antes.

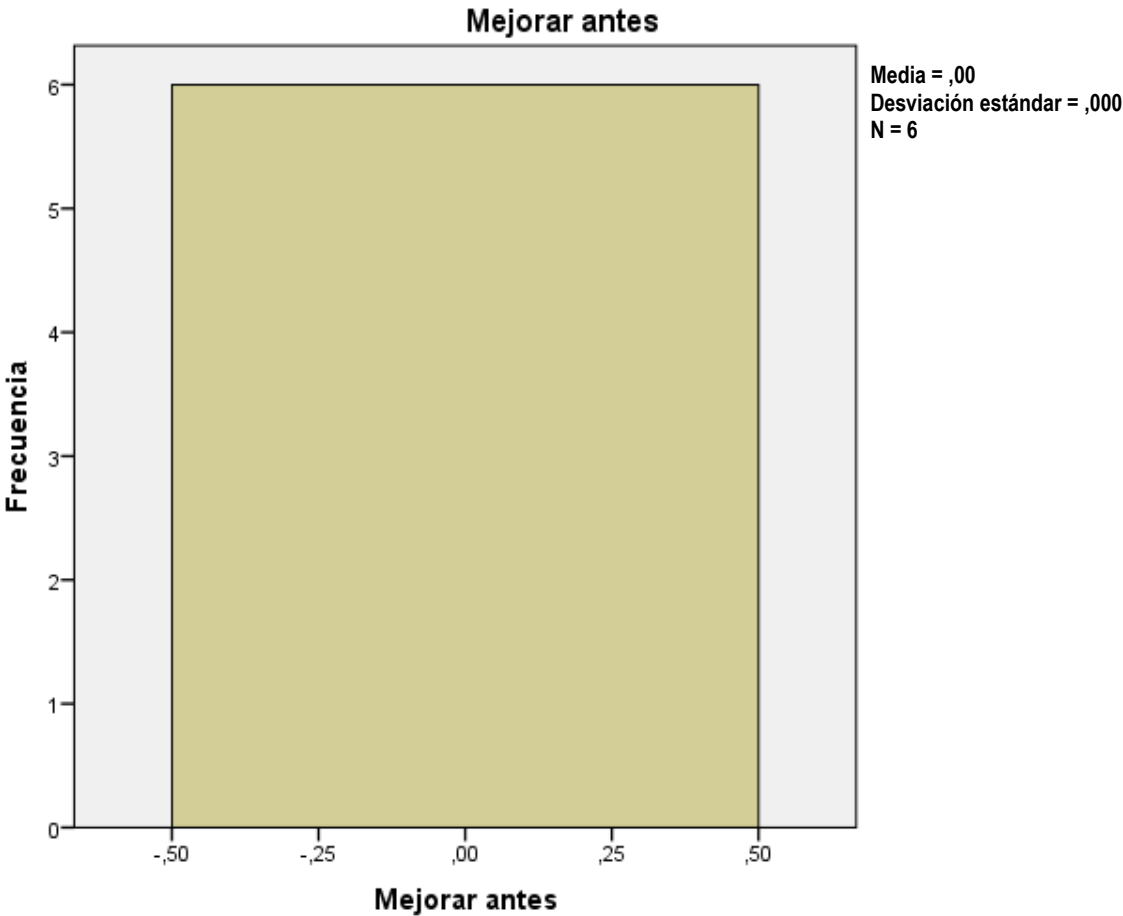


Figura. 56: Histograma mejorar antes

Fuente: Elaboración propia en SPSS

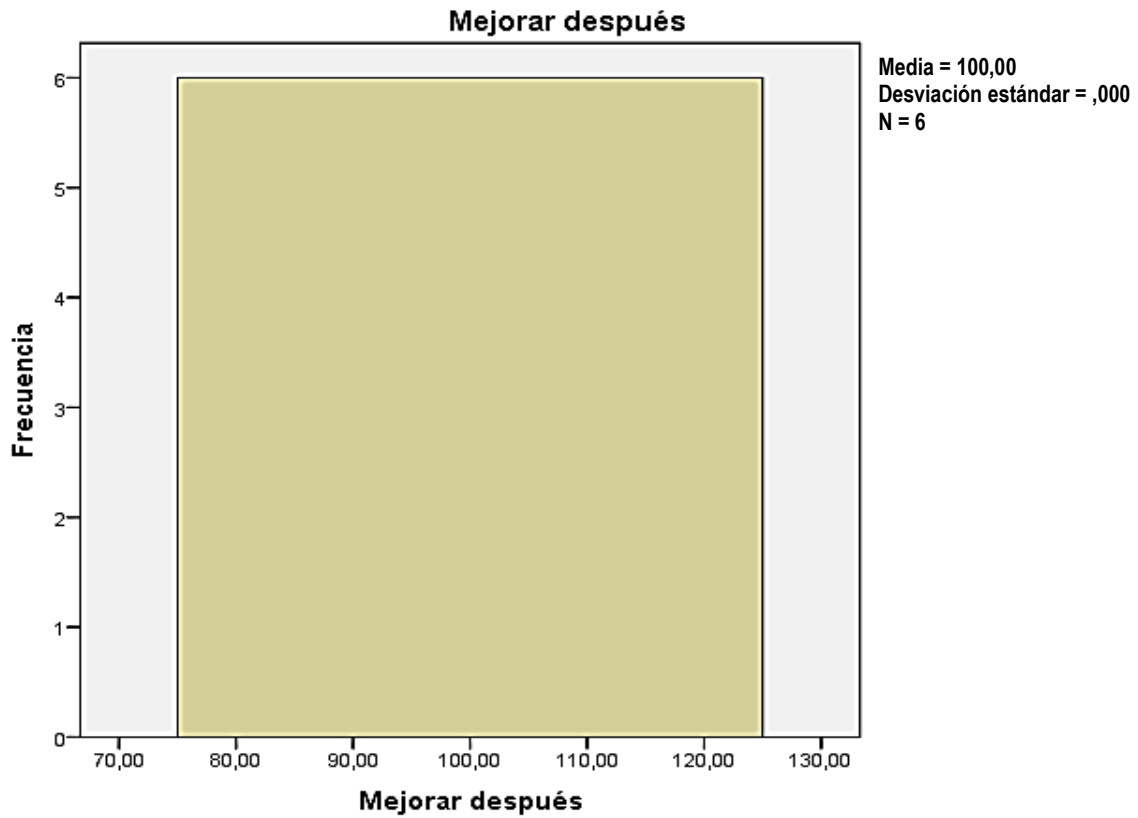


Figura. 57: Histograma mejorar después

Fuente: Elaboración propia en SPSS

Dimensión “Controlar”:

Tabla 52: Cumplimiento de capacitaciones programadas antes y después.

SEMANAS	Pre	Post
SEMANA 1	20,00	100,00
SEMANA 2	0,00	100,00
SEMANA 3	20,00	100,00
SEMANA 4	20,00	100,00
SEMANA 5	20,00	100,00
SEMANA 6	20,00	100,00
SEMANA 7	20,00	100,00
SEMANA 8	20,00	100,00
SEMANA 9	20,00	100,00
SEMANA 10	0,00	100,00
SEMANA 11	20,00	100,00
SEMANA 12	20,00	100,00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 53: Análisis descriptivo de la dimensión controlar antes y después

Estadísticos

		Controlar antes	Controlar después	Diferencia controlar
N	Válidos	12	12	12
	Perdidos	0	0	0
Media		16,6667	100,0000	83,3333
Error típ. de la media		2,24733	,00000	2,24733
Mediana		20,0000	100,0000	80,0000
Moda		20,00	100,00	80,00
Desv. típ.		7,78499	,00000	7,78499
Varianza		60,606	,000	60,606
Asimetría		-2,055		2,055
Error típ. de asimetría		,637	,637	,637
Curtosis		2,640		2,640
Error típ. de curtosis		1,232	1,232	1,232
Rango		20,00	,00	20,00
Mínimo		,00	100,00	80,00
Máximo		20,00	100,00	100,00
Suma		200,00	1200,00	1000,00

Fuente: Elaboración propia

Interpretación de la tabla 53. La media de cumplimiento de capacitaciones programadas en la etapa controlar se incrementó de 16,67% a 100,0% entre el antes y después respectivamente; también existe una variación (desviación) que disminuyó de 7,78 (antes) a 0,00 (después); las capacitaciones se han cumplido al 100,00% en el proceso post; del mismo modo se observa que la distribución tiene una asimetría negativa en el pre de -2,055 el cual se incrementó a 0,00 en el post y la curtosis modificó su forma de Leptocúrtica (2,640) a Mesocúrtica (0,00).

Concluimos que el cumplimiento de capacitaciones programadas en esta etapa se logró al 100% en relación al proceso pre.

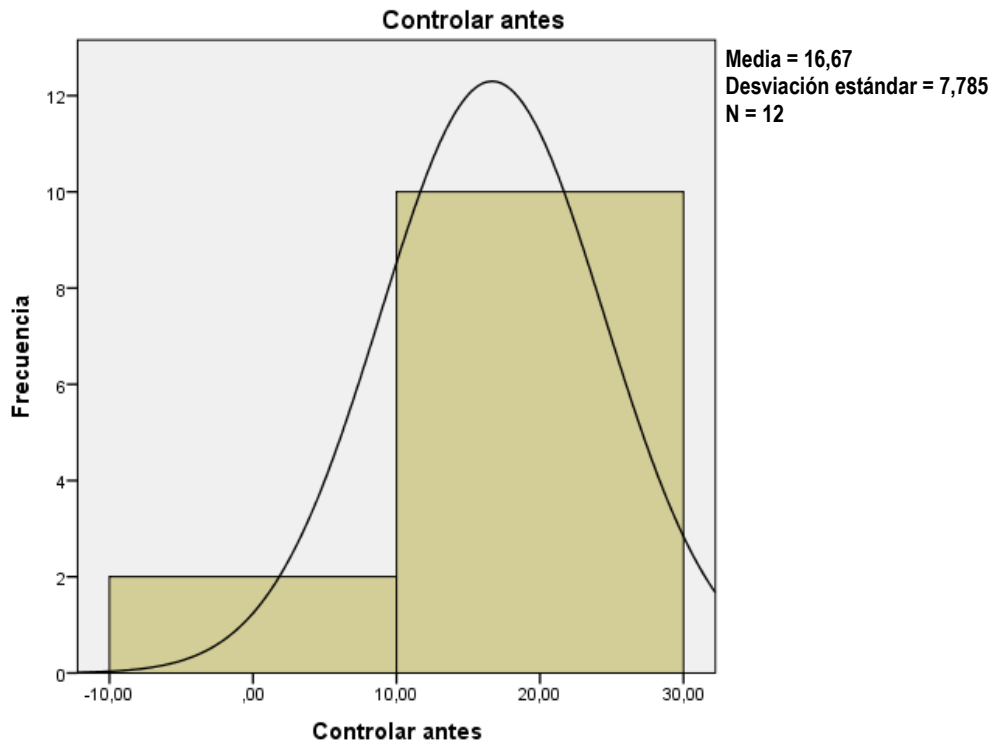


Figura. 58: Controlar antes

Fuente: Elaboración propia en SPSS

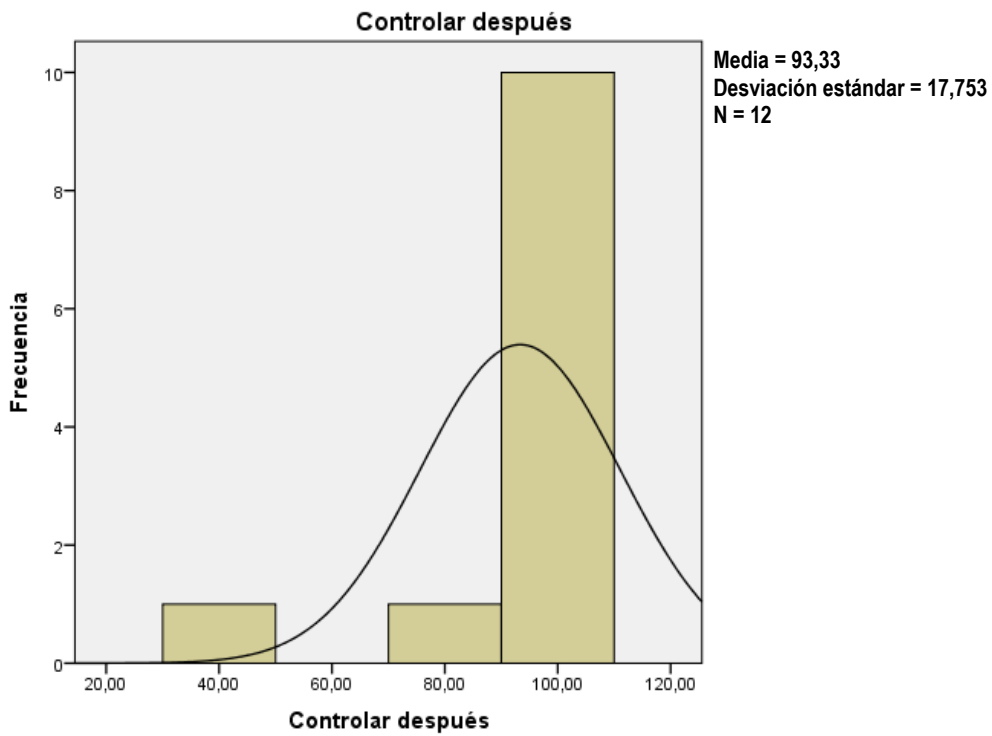


Figura. 59: Controlar después

Fuente: Elaboración propia en SPSS

Culminado el análisis de los indicadores de la variable independiente (fases DMAIC) en el cual se logró cumplir relativamente con todo lo programado procederemos a realizar el análisis de la Variable dependiente.

Análisis descriptivo variable dependiente: Costos de producción de envases

A continuación, se muestra el resumen de los datos procesados para la VD.

Tabla 54: Costo de producción de envases para perfume antes y después.

ANTES		DESPUÉS	
Mes	Costos de Producción (CPD) por millar	Mes	Costos de Producción (CPD) por millar
Dic-19	\$ 229,70	Jul-20	\$ 226,70
Dic-19	\$ 209,70	Jul-20	\$ 207,20
Dic-19	\$ 209,70	Jul-20	\$ 207,30
Dic-19	\$ 261,80	Jul-20	\$ 258,40
Dic-19	\$ 261,80	Jul-20	\$ 258,50
Dic-19	\$ 261,80	Jul-20	\$ 258,50
Dic-19	\$ 287,20	Ago-20	\$ 284,10
Dic-19	\$ 287,20	Ago-20	\$ 284,40
Dic-19	\$ 287,20	Ago-20	\$ 284,10
Ene-20	\$ 229,70	Ago-20	\$ 227,10
Ene-20	\$ 229,70	Ago-20	\$ 226,70
Ene-20	\$ 261,80	Ago-20	\$ 258,30
Ene-20	\$ 261,80	Ago-20	\$ 259,10
Ene-20	\$ 261,80	Ago-20	\$ 258,60
Ene-20	\$ 261,80	Ago-20	\$ 258,50
Ene-20	\$ 261,80	Ago-20	\$ 258,50
Ene-20	\$ 287,20	Ago-20	\$ 284,10
Ene-20	\$ 287,20	Ago-20	\$ 284,60
Feb-20	\$ 229,70	Set-20	\$ 227,00
Feb-20	\$ 209,70	Set-20	\$ 207,20
Feb-20	\$ 261,80	Set-20	\$ 258,60
Feb-20	\$ 261,80	Set-20	\$ 258,50
Feb-20	\$ 261,80	Set-20	\$ 258,80
Feb-20	\$ 287,20	Set-20	\$ 284,10
Feb-20	\$ 287,20	Set-20	\$ 284,10

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 55: Análisis descriptivo de la VD costos de producción de envases.

		Estadísticos		
		Costo de producción antes	Costo de producción después	Diferencia de costo de producción
N	Válidos	25	25	25
	Perdidos	0	0	0
Media		257,5240	254,5200	3,0040
Error típ. de la media		5,21598	5,18312	,06311
Mediana		261,8000 ^a	258,5286 ^a	3,0750 ^a
Moda		261,80	258,50 ^b	3,10 ^b
Desv. típ.		26,07991	25,91560	,31554
Varianza		680,162	671,618	,100
Asimetría		-,589	-,566	-,490
Error típ. de asimetría		,464	,464	,464
Curtosis		-,693	-,712	-,925
Error típ. de curtosis		,902	,902	,902
Rango		77,50	77,40	1,10
Mínimo		209,70	207,20	2,40
Máximo		287,20	284,60	3,50
Suma		6438,10	6363,00	75,10

a. Calculado a partir de los datos agrupados.

b. Existen varias modas. Se mostrará el menor de los valores.

Fuente: Elaboración propia en SPSS

Notas de la tabla 55, la media del costo de producción en referencia al antes tuvo una reducción de 3,0040 dólares; en el después el costo de producción tiene una variación de 0,31554 dólares menor al antes; la varianza tiende más al valor de cero por lo que los datos son homogéneos (más cerca del promedio); de igual forma se observa que la distribución en él después tiene una asimetría negativa de -0,566 y la curtosis es Platicúrtica en el pre y post con -0,693 y -0,712 respectivamente en ambos casos.

Por lo tanto se concluye que el costo de producción en la fabricación de envases para perfume se redujo posterior a la implementación de la metodología six-sigma.

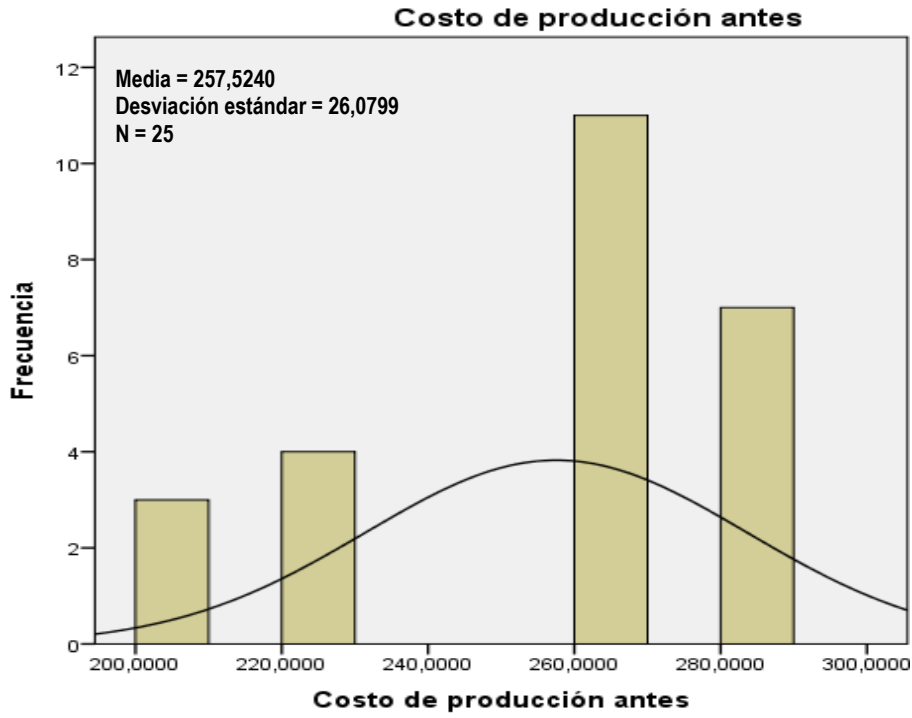


Figura. 60: Histograma Costos de producción de envases antes.

Fuente: Elaboración propia en SPSS

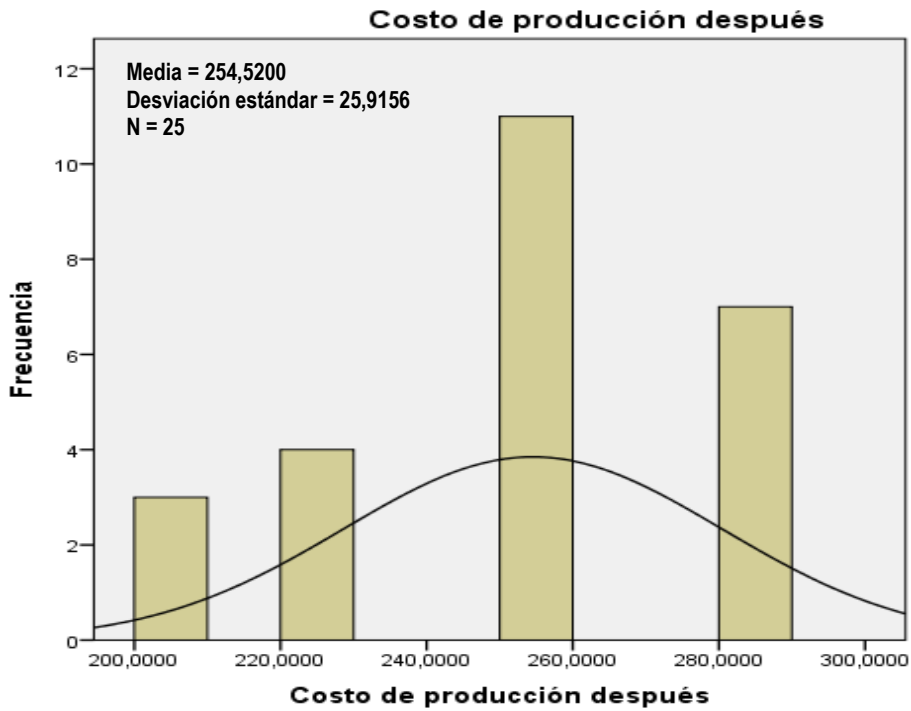


Figura. 61: Histograma Costos de producción de envases después

Fuente: Elaboración propia en SPSS

Análisis descriptivo de la dimensión costos primos.

Tabla 56: Costo primo de fabricación de envases antes y después.

ANTES		DESPUÉS	
Mes	Costo Primo (CP) por millar	Mes	Costo Primo (CP) por millar
Dic-19	\$ 229,70	Jul-20	\$ 226,70
Dic-19	\$ 209,70	Jul-20	\$ 207,20
Dic-19	\$ 209,70	Jul-20	\$ 207,30
Dic-19	\$ 261,80	Jul-20	\$ 258,40
Dic-19	\$ 261,80	Jul-20	\$ 258,50
Dic-19	\$ 261,80	Jul-20	\$ 258,50
Dic-19	\$ 287,20	Ago-20	\$ 284,10
Dic-19	\$ 287,20	Ago-20	\$ 284,40
Dic-19	\$ 287,20	Ago-20	\$ 284,10
Ene-20	\$ 229,70	Ago-20	\$ 227,10
Ene-20	\$ 229,70	Ago-20	\$ 226,70
Ene-20	\$ 261,80	Ago-20	\$ 258,30
Ene-20	\$ 261,80	Ago-20	\$ 259,10
Ene-20	\$ 261,80	Ago-20	\$ 258,60
Ene-20	\$ 261,80	Ago-20	\$ 258,50
Ene-20	\$ 261,80	Ago-20	\$ 258,50
Ene-20	\$ 287,20	Ago-20	\$ 284,10
Ene-20	\$ 287,20	Ago-20	\$ 284,60
Feb-20	\$ 229,70	Set-20	\$ 227,00
Feb-20	\$ 209,70	Set-20	\$ 207,20
Feb-20	\$ 261,80	Set-20	\$ 258,60
Feb-20	\$ 261,80	Set-20	\$ 258,50
Feb-20	\$ 261,80	Set-20	\$ 258,80
Feb-20	\$ 287,20	Set-20	\$ 284,10
Feb-20	\$ 287,20	Set-20	\$ 284,10

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 57: Análisis descriptivo de la dimensión costos primos.

Estadísticos

		Costo primo antes	Costo primo después	Diferencia de costo primo
N	Válidos	25	25	25
	Perdidos	0	0	0
Media		199,7680	197,8920	1,8760
Error típ. de la media		4,10630	4,09443	,04254
Mediana		203,4000 ^a	201,4800 ^a	1,9000 ^a
Moda		203,40	201,50 ^b	1,90 ^b
Desv. típ.		20,53151	20,47215	,21268
Varianza		421,543	419,109	,045
Asimetría		-,670	-,658	-,224
Error típ. de asimetría		,464	,464	,464
Curtosis		-,536	-,558	-,834
Error típ. de curtosis		,902	,902	,902
Rango		61,80	61,90	,70
Mínimo		160,90	159,20	1,50
Máximo		222,70	221,10	2,20
Suma		4994,20	4947,30	46,90

a. Calculado a partir de los datos agrupados.

b. Existen varias modas. Se mostrará el menor de los valores.

Fuente: Elaboración propia en SPSS

Interpretación de la tabla 57, el promedio del costo de primo se redujo de 199,768 dólares a 197,892 dólares; del mismo modo tiene una variación de 0,21268 menor al antes; la varianza tiende a minorar por lo que los datos son homogéneos (más cerca de la media); de igual forma se observa que la distribución en ambos procesos (antes y después) tiene una asimetría negativa de -0,670 y -0,658 respectivamente; y la curtosis es Platicúrtica en el pre y post con -0,536 y -0,558 respectivamente.

Por lo tanto se concluye que el costo primo de la fabricación de envases para perfume se redujo también después de la implementación del seis-sigma.

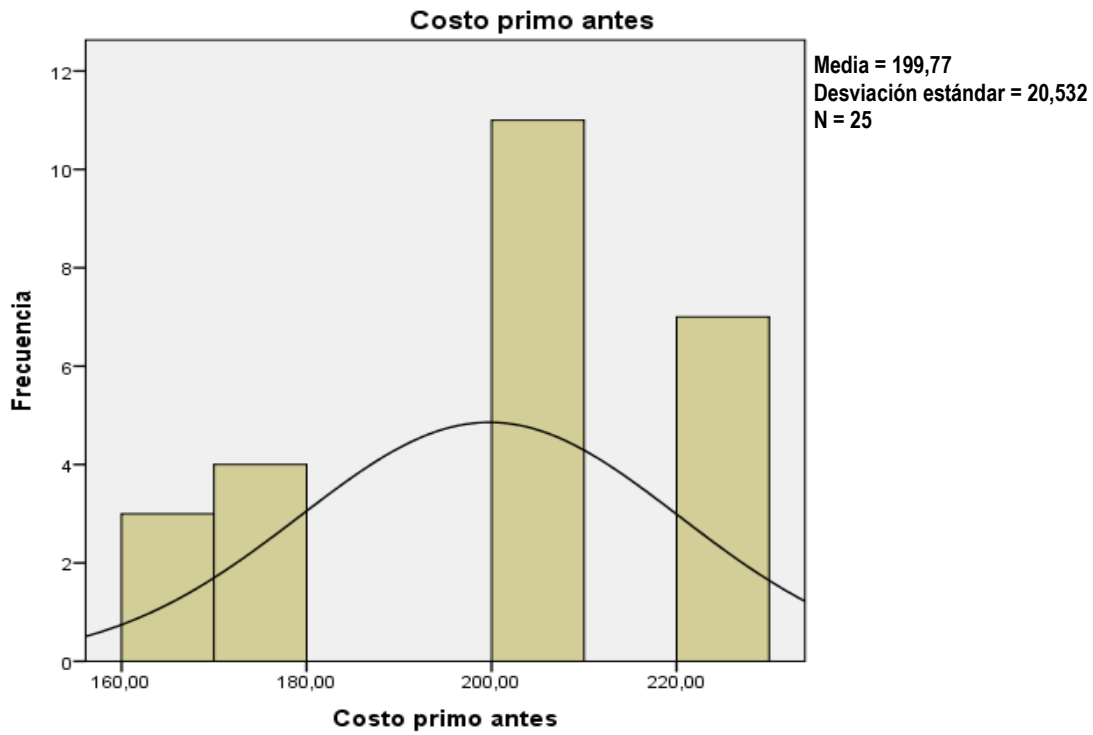


Figura. 62: Histograma costos primos antes

Fuente: Elaboración propia en SPSS

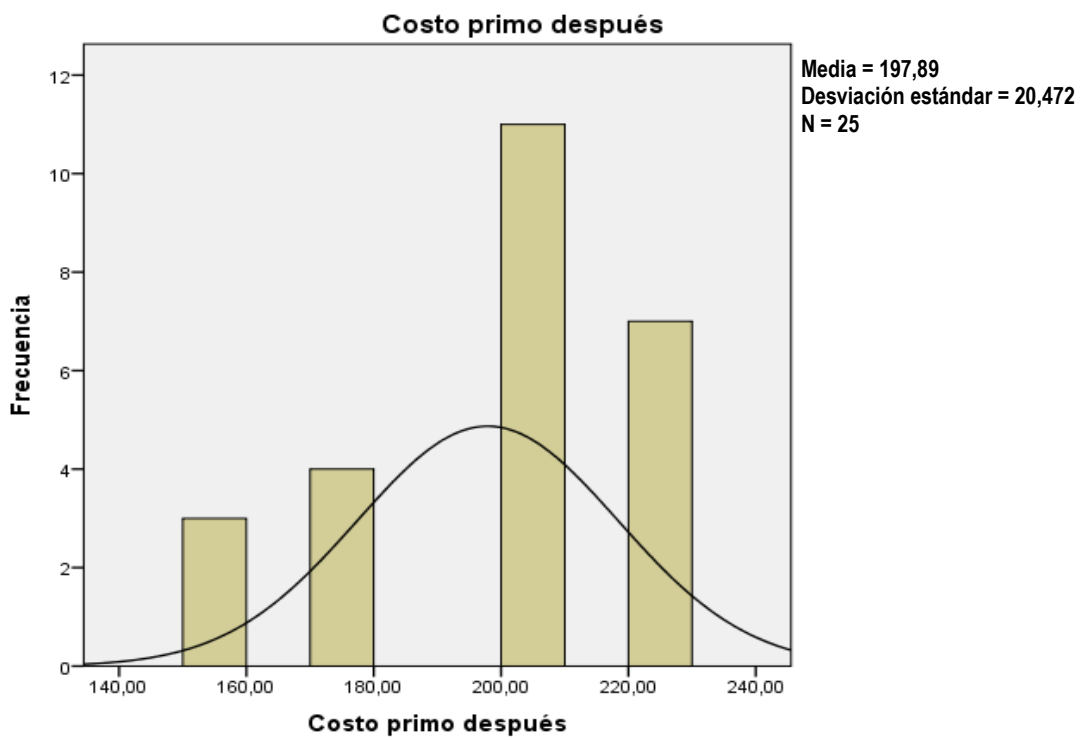


Figura. 63: Histograma costos primos después

Fuente: Elaboración propia en SPSS

Análisis descriptivo de la dimensión costos de conversión.

Tabla 58: Costo de conversión de fabricación de envases antes y después.

ANTES		DESPUÉS	
Mes	Costo de Conversión (CC) por millar	Mes	Costo de Conversión (CC) por millar
Dic-19	\$ 144,80	Jul-20	\$ 141,80
Dic-19	\$ 124,80	Jul-20	\$ 122,30
Dic-19	\$ 124,80	Jul-20	\$ 122,40
Dic-19	\$ 155,90	Jul-20	\$ 152,50
Dic-19	\$ 155,90	Jul-20	\$ 152,60
Dic-19	\$ 155,90	Jul-20	\$ 152,60
Dic-19	\$ 161,60	Ago-20	\$ 158,50
Dic-19	\$ 161,60	Ago-20	\$ 158,80
Dic-19	\$ 161,60	Ago-20	\$ 158,50
Ene-20	\$ 144,80	Ago-20	\$ 142,20
Ene-20	\$ 144,80	Ago-20	\$ 141,80
Ene-20	\$ 155,90	Ago-20	\$ 152,40
Ene-20	\$ 155,90	Ago-20	\$ 153,20
Ene-20	\$ 155,90	Ago-20	\$ 152,70
Ene-20	\$ 155,90	Ago-20	\$ 152,60
Ene-20	\$ 155,90	Ago-20	\$ 152,60
Ene-20	\$ 161,60	Ago-20	\$ 158,50
Ene-20	\$ 161,60	Ago-20	\$ 159,00
Feb-20	\$ 144,80	Set-20	\$ 142,10
Feb-20	\$ 124,80	Set-20	\$ 122,30
Feb-20	\$ 155,90	Set-20	\$ 152,70
Feb-20	\$ 155,90	Set-20	\$ 152,60
Feb-20	\$ 155,90	Set-20	\$ 152,90
Feb-20	\$ 161,60	Set-20	\$ 158,50
Feb-20	\$ 161,60	Set-20	\$ 158,50

Fuente: elaboración propia.

Tabla 59: Análisis descriptivo de la dimensión costos de conversión

		Estadísticos		
		Costo de conversión antes	Costo de conversión después	Diferencia costo de conversión
N	Válidos	25	25	25
	Perdidos	0	0	0
Media		151,9880	148,9840	3,0040
Error típ. de la media		2,32354	2,28291	,06311
Mediana		155,9000 ^a	152,6286 ^a	3,0750 ^a
Moda		155,90	152,60 ^b	3,10 ^b
Desv. típ.		11,61771	11,41453	,31554
Varianza		134,971	130,291	,100
Asimetría		-1,586	-1,564	-,490
Error típ. de asimetría		,464	,464	,464
Curtosis		1,616	1,584	-,925
Error típ. de curtosis		,902	,902	,902
Rango		36,80	36,70	1,10
Mínimo		124,80	122,30	2,40
Máximo		161,60	159,00	3,50
Suma		3799,70	3724,60	75,10

a. Calculado a partir de los datos agrupados.

b. Existen varias modas. Se mostrará el menor de los valores.

Fuente: Elaboración propia en SPSS

descripción de la tabla 59, la media del costo de conversión se reduce en relación al anterior proceso de 151,988 dólares a 148,984 dólares; tiene una variación de 0,31554 el cual es menor al antes; la diferencia de varianza tiende más al valor de cero y por ello los datos son homogéneos (más cerca del promedio); así mismo se observa que la distribución en ambos procesos (antes y después) tiene una asimetría negativa de -1,586 y -1,564 respectivamente; y la curtosis es Platicúrtica en el pre y post por tener valores menores a cero.

Concluimos que el costo de conversión del proceso de fabricación de envases para perfume se redujo después de implementado la metodología 6-sigma.

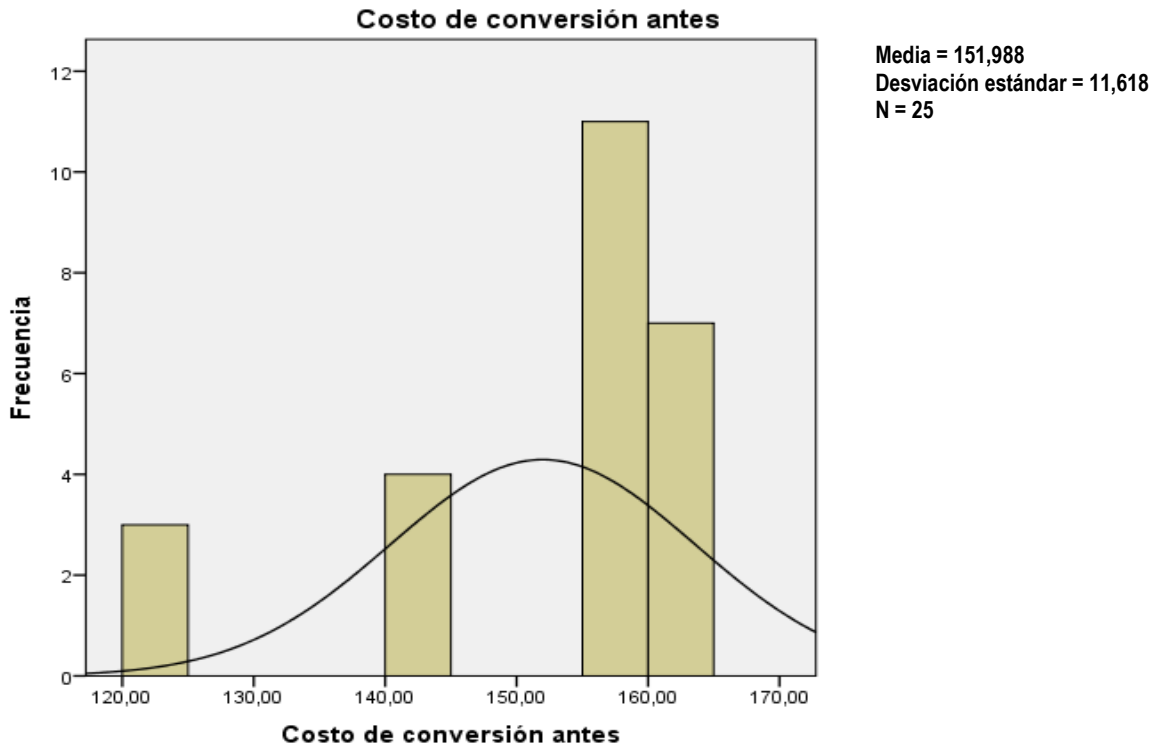


Figura. 64: Histograma costos de conversión antes

Fuente: Elaboración propia en SPSS

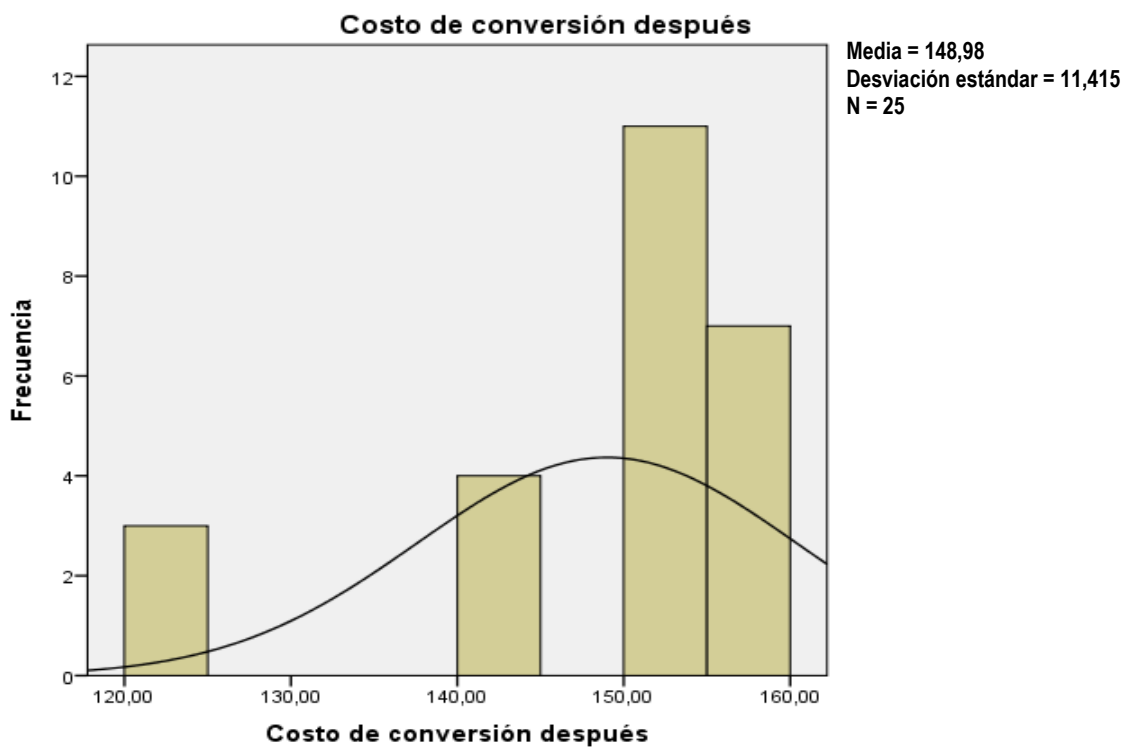


Figura. 65: Histograma costos de conversión después

Fuente: Elaboración propia en SPSS

Análisis inferencial.

El análisis inferencial permite validar las hipótesis planteadas (general y específica) donde:

- ✓ Ho: Hipótesis nula.
- ✓ H1: Hipótesis de trabajo.

Se debe trabajar con la hipótesis de trabajo (H1), la prueba de hipótesis alterna (Ha) como su nombre lo dice “alterna” se debe emplear en caso se niegue la hipótesis de trabajo y se debe emplear una solución alterna al problema.

La única forma matemática y científica para conocer si la distribución de las frecuencias de un conjunto de datos es paramétrica (tiene la forma de la curva normal o de la campana de Gauss) o no paramétrica (tiene una forma diferente a la curva normal o campana de Gauss, puede adoptar cualquier otra forma como la exponencial, logarítmica, cuadrática, parabólica, etc.) es con las pruebas de normalidad de Shapiro Wilk o de Kolmogorov Smirnov.

Lo primero es determinar el estadígrafo a usar de acuerdo al tamaño de la muestra. Los criterios de decisión a considerar son:

- $N \leq 30$, se usa el estadígrafo de Shapiro Wilk.
- $N > 30$, se usa el estadígrafo de Kolmogorov Smirnov.
- Donde N es la muestra.

Así mismo para contrastar las hipótesis (general y específicas), se determina el estadígrafo a utilizar, para esta investigación contamos con 25 parejas de datos por lo que la muestra es menor a 30, por ello se hará uso del estadígrafo Shapiro Wilk. Debido a que nuestro diseño de investigación es pre-experimental se debe analizar la diferencia de los datos antes y de los datos después en pares relacionados. Y como dato “Si fuese en caso de un diseño cuasi experimental se analiza por separado los datos antes y después (no se debe calcular la diferencia)”.

La regla de decisión es la siguiente:

- Si $pvalue \leq 0.05$ los datos de la secuencia tienen comportamiento no paramétrico.
- Si $pvalue > 0.05$ los datos de la secuencia tienen comportamiento paramétrico.

Análisis inferencial de hipótesis general:

Se utiliza el estadígrafo Shapiro Wilk y se analizará la diferencia de los datos antes y de los datos después en pares relacionados.

Tabla 60: Pruebas de normalidad del costo de producción

	Kolmogorov Smirnov ^a			Shapiro Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia costo de producción	,375	25	,000	,592	25	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors.

Fuente: Elaboración propia en SPSS

En la tabla 42, se puede ver que el p_{valor} de la diferencia de costo entre antes y después de la producción con Shapiro-Wilk es 0.000; siendo los datos no paramétricos por ser la significancia menor a 0.05. Por lo que se aplica a la prueba de hipótesis, “la prueba de rango con signo de Wilcoxon”.

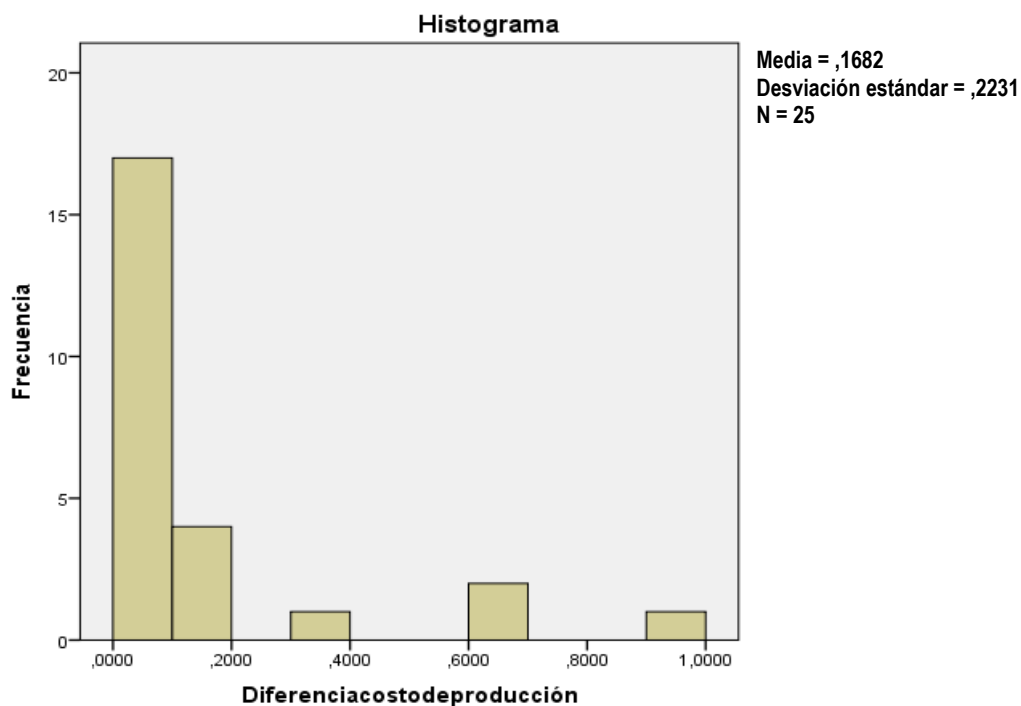


Figura. 66: Histograma diferencia costo de producción

Fuente: Elaboración propia en SPSS

Contraste de hipótesis general

- **H₀**: La aplicación del six sigma no reduce los costos de producción de envases para perfumes en Colca del Perú, Lima 2020.
- **H₁**: La aplicación del six sigma reduce los costos de producción de envases para perfumes en Colca del Perú, Lima 2020.

Tenemos como regla de decisión:

H₀: Ninguna diferencia en el costo de producción posterior a la aplicación six sigma (CP_a ≥ CP_d)

H₁: Hay diferencia en el costo de producción posterior a la aplicación six sigma (CP_a < CP_d)

Donde:

CP_a: Costo de producción antes.

CP_d: Costo de producción después.

Si sigma > 0,05 se acepta la Hipótesis nula.

Si sigma < 0,05 se acepta Hipótesis de trabajo.

Tabla 61: Prueba de Wilcoxon del costo de producción antes y después

Estadísticos de prueba ^a	
	Costo de producción después - Costo de producción antes
Z	-4,374 ^b
Sig. asintótica (bilateral)	,000

0,000012

a. Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo

b. Se basa en rangos positivos.

Fuente: Elaboración propia en SPSS

En la estadística inferencial, en las pruebas de hipótesis se debe demostrar la proposición de la hipótesis nula (H₀). En la tabla 43, se da significancia o p valor el cual es 0.000012 y como es menor a 0.025, ya que la prueba de Wilcoxon es de dos colas se divide $\alpha/2$ a la cola derecha y $\alpha/2$ a la cola izquierda, se cumple:

Ho: $CP_a \geq CP_d$, rechazándose la hipótesis nula por lo que se acepta la hipótesis de trabajo, es decir la aplicación del seis sigma reduce los costos de producción. Así también existe un 0.0012% de probabilidad de rechazar los datos siendo estos verdaderos.

Análisis inferencial de hipótesis específica 1:

Se utiliza el estadígrafo Shapiro Wilk y se analizará la diferencia de los costos primos antes y después en pares relacionados.

Tabla 62: Pruebas de normalidad del costo primo

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia costo primo	,443	25	,000	,554	25	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia en SPSS

En la tabla 44, se observa que el p_{valor} de la diferencia del costo primo pre y post con Shapiro-Wilk es 0.000, siendo los datos no paramétricos por ser la significancia menor a 0.05. Por lo tanto según (Guillen, 2016, p.17) se debe usar la prueba de Wilcoxon de los rangos con signo para la confrontación de hipótesis.

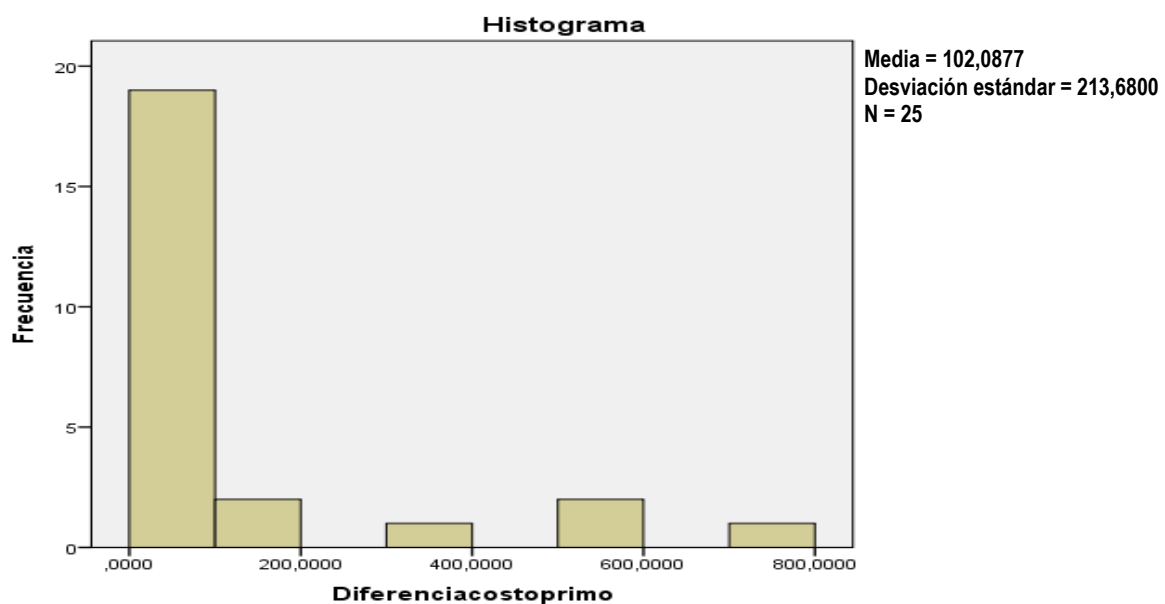


Figura. 67: Histograma diferencia costo de producción

Fuente: Elaboración propia en SPSS

Confrontación de hipótesis específica 1:

- **Ho:** La aplicación del six sigma no reduce los costos primos de envases para perfumes en Colca del Perú, Lima 2020.

- **H1:** La aplicación del six sigma reduce los costos primos de envases para perfumes en Colca del Perú, Lima 2020.

Tenemos como regla de decisión:

H_0 : No existe diferencia en el costo primo después de aplicar six sigma ($CPR_a \geq CPR_d$)

H_1 : Existe diferencia en el costo primo después de aplicar six sigma ($CPR_a < CPR_d$)

Donde:

CPR_a : Costo primo antes.

CPR_d : Costo primo después.

Si $\sigma > 0,05$ se acepta la Hipótesis nula.

Si $\sigma < 0,05$ se acepta Hipótesis de trabajo.

Tabla 63: Prueba de Wilcoxon del costo primo antes y después

Estadísticos de prueba ^a	
	Costoprime después - Costoprime antes
Z	-4,374 ^b
Sig. asintótica (bilateral)	,000

a. Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo **0,000012**

b. Se basa en rangos positivos.

Fuente: Elaboración propia en SPSS

En la tabla 45, se da significancia o p valor el cual es 0.000012 y como es menor a 0.025, ya que la prueba de Wilcoxon es de dos colas se divide $\alpha/2$ a la cola derecha y $\alpha/2$ a la cola izquierda, se cumple $H_0: CPR_a \geq CPR_d$, rechazándose la hipótesis nula por lo que se acepta la hipótesis de trabajo, Por lo tanto la aplicación del six sigma reduce los costos primos. También se puede decir existe un 0.0012% de probabilidad de rechazar los datos siendo estos verdaderos.

Análisis inferencial de hipótesis específica 2:

Se utiliza el estadígrafo Shapiro Wilk y se analizará la diferencia de los costos de conversión antes y después en pares relacionados.

Tabla 64: Pruebas de normalidad del costo de conversión

	Kolmogorov Smirnov ^a			Shapiro Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia costo de conversión	,447	25	,000	,555	25	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia en SPSS

En la tabla 46, se observa que el p_{valor} de la diferencia del costo de conversión pre y post con Shapiro-Wilk es 0.000, siendo los datos no paramétricos por ser la significancia menor a 0.05. Por lo tanto usa la prueba de Wilcoxon de los rangos con signo para la comparación de hipótesis.

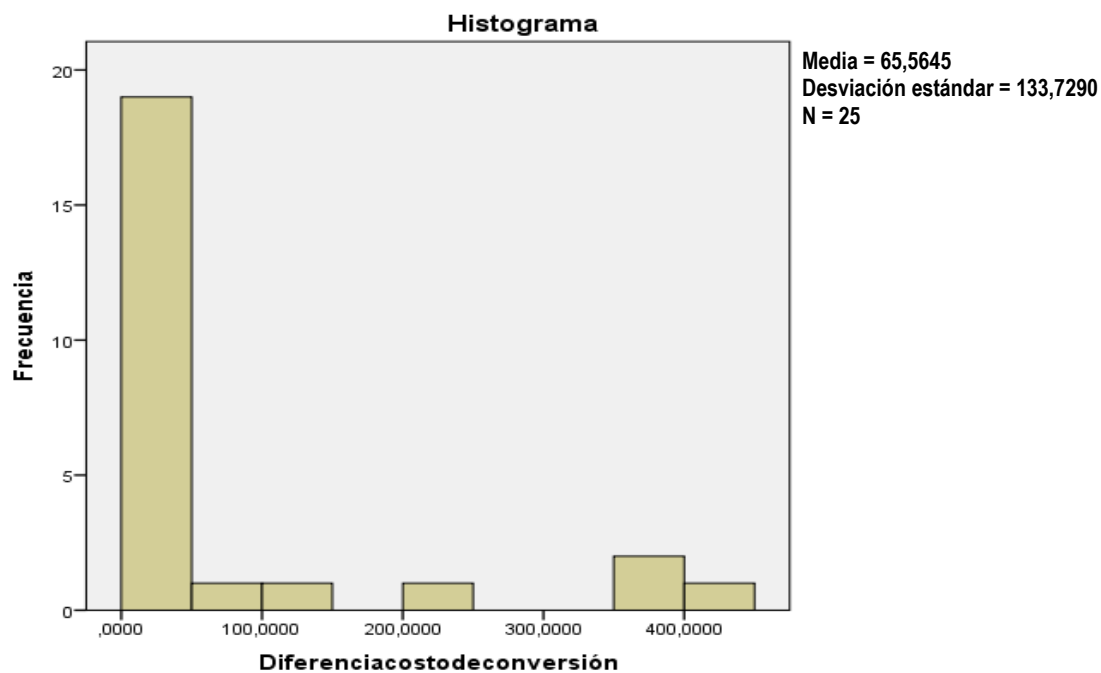


Figura. 68: Histograma diferencia costo de conversión

Fuente: Elaboración propia en SPSS

Comparación de hipótesis específica 2:

- **Ho:** La aplicación del six sigma no reduce los costos de conversión de envases para perfumes en Colca del Perú, Lima 2020.

- **H1:** La aplicación del six sigma reduce los costos de conversión de envases para perfumes en Colca del Perú, Lima 2020.

Tenemos como regla de decisión:

H₀: No existe diferencia en el costo de conversión después de aplicar six sigma ($CC_a \geq CC_d$)

H₁: Existe diferencia en el costo de conversión después de aplicar six sigma ($CC_a < CC_d$)

Donde:

CC_a: Costo de conversión antes.

CC_d: Costo de conversión después.

Si $\sigma > 0,05$ se acepta la Hipótesis nula; $< 0,05$ se acepta Hipótesis de trabajo.

Tabla 65: Prueba de Wilcoxon del costo de conversión antes y después

Estadísticos de prueba ^a	
	Costo de conversión después - Costo de conversión antes
Z	-4,373 ^b
Sig. asintótica (bilateral)	0,000012

a. Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo **0,000012**

b. Se basa en rangos positivos.

Fuente: Elaboración propia en SPSS

En la tabla 45, se da significancia o p valor el cual es 0.000012 y como es menor a 0.025, se cumple Ho: $CC_a \geq CC_d$, rechazándose la hipótesis nula por lo que se acepta la hipótesis de trabajo, eso quiere decir que la aplicación del six sigma reduce los costos de conversión. También existe un 0.0012% de probabilidad de rechazar los datos siendo estos verdaderos.

V. DISCUSIÓN

Con respecto a la hipótesis general, se rechazó la hipótesis nula (H_0) y se afirmó la hipótesis de trabajo (H_1) ya que la significancia o p valor en la prueba de Wilcoxon fue de 0.000012 y como es menor a 0.025, ya que la prueba de Wilcoxon es de dos colas se divide $\alpha/2$ a la cola derecha y $\alpha/2$ a la cola izquierda, se cumple H_0 : $CP_a \geq CP_d$, rechazándose la hipótesis nula por lo que se acepta la hipótesis de trabajo, esto es, la aplicación del six sigma reduce los costos de producción. También se puede decir existe un 0.0012% de probabilidad de rechazar los datos siendo estos verdaderos. Se obtuvo que la media del costo de producción pre test era de 257,524 y post test es \$ 254,520, hay una reducción de \$ 3,0040 por placa termoformada. Esto se comprueba en la tesis de Morales y Garambullo (2017) donde con la aplicación del 6-Sigma el área que procesa la producción de lentes disminuyó un 85% de defectos superando lo propuesto en el objetivo en un 35% en acumulado se obtuvo un costo de \$3,476.52 Dólares. En referencia al año 2015 y 2016.

Con respecto a la hipótesis específica 1, se rechazó la hipótesis nula (H_0) y se afirmó la hipótesis de trabajo (H_1) ya que la significancia o p valor es 0.000012 y como es menor a 0.025, ya que la prueba de Wilcoxon es de dos colas se divide $\alpha/2$ a la cola derecha y $\alpha/2$ a la cola izquierda, se cumple H_0 : $CPR_a \geq CPR_d$, rechazándose la hipótesis nula por lo que se acepta la hipótesis de trabajo, esto es, la aplicación del six sigma reduce los costos primos. También se puede decir existe un 0.0012% de probabilidad de rechazar los datos siendo estos verdaderos. La media pretest es \$ 199,768 y post test es \$ 197,8920; hay una reducción de \$ 1,8760 de costo primo por placa termoformada. Esto se comprueba en el artículo científico de Mohamad et al. (2019) Como resultante se obtuvo que el defecto abierto general ha disminuido de 17781 unidades en enero de 2017 a 4766 unidades en enero de 2018 y la tasa general de se redujo de 0.6% a 0.37% con un ahorro total de RM 1423.60.

Con respecto a la hipótesis específica 2, se rechazó la hipótesis nula (H_0) y se afirmó la hipótesis de trabajo (H_1) ya que la significancia en la prueba de Wilcoxon es 0.000012 y como es menor a 0.025, ya que la prueba de Wilcoxon es de dos

colas se divide $\alpha/2$ a la cola derecha y $\alpha/2$ a la cola izquierda, se cumple $H_0: CC_a \geq CC_d$, rechazándose la hipótesis nula por lo que se acepta la hipótesis de trabajo, esto es, la aplicación del six sigma reduce los costos de conversión. También se puede decir existe un 0.0012% de probabilidad de rechazar los datos siendo estos verdaderos. La media pretest es \$ 151,988 y post test es \$ 148,9840 hay una reducción de \$ 3.0040. Esto se comprueba en el artículo científico de Garza y Abrego (2015) con el análisis 6sigma los resultados logrados fueron economizar el consumo de pintura en polvo utilizado para pintar carcasas metálicas el ahorro representa el 32% por pieza de metal el cual se traduce como valor monetario a más de \$1, 000,000.00 de pesos.

VI. CONCLUSIONES

Con respecto al objetivo general, se rechazó la hipótesis nula (H_0) y se afirmó la hipótesis de trabajo (H_1) ya que la significancia o p valor en la prueba de Wilcoxon fue de 0.000012 y como es menor a 0.025, ya que la prueba de Wilcoxon es de dos colas se divide $\alpha/2$ a la cola derecha y $\alpha/2$ a la cola izquierda, se cumple H_0 : $CP_a \geq CP_d$, rechazándose la hipótesis nula por lo que se acepta la hipótesis de trabajo, esto es, la aplicación del six sigma reduce los costos de producción. También se puede decir existe un 0.0012% de probabilidad de rechazar los datos siendo estos verdaderos. Se obtuvo que la media del costo de producción pre test era de 257,524 y post test es \$ 254,520, hay una reducción de \$ 3,00040 por placa termoformada

Con respecto al objetivo específico 1, se rechazó la hipótesis nula (H_0) y se afirmó la hipótesis de trabajo (H_1) ya que la significancia o p valor es 0.000012 y como es menor a 0.025, ya que la prueba de Wilcoxon es de dos colas se divide $\alpha/2$ a la cola derecha y $\alpha/2$ a la cola izquierda, se cumple H_0 : $CPR_a \geq CPR_d$, rechazándose la hipótesis nula por lo que se acepta la hipótesis de trabajo, esto es, la aplicación del six sigma reduce los costos primos. También se puede decir existe un 0.0012% de probabilidad de rechazar los datos siendo estos verdaderos. La media pretest es \$ 199,768 y post test es \$ 197,8920; hay una reducción de \$ 1,8760 de costo primo por placa termoformada.

Con respecto al objetivo específico 2, se rechazó la hipótesis nula (H_0) y se afirmó la hipótesis de trabajo (H_1) ya que la significancia en la prueba de Wilcoxon es 0.000012 y como es menor a 0.025, ya que la prueba de Wilcoxon es de dos colas se divide $\alpha/2$ a la cola derecha y $\alpha/2$ a la cola izquierda, se cumple H_0 : $CC_a \geq CC_d$, rechazándose la hipótesis nula por lo que se acepta la hipótesis de trabajo, esto es, la aplicación del six sigma reduce los costos de conversión. También se puede decir existe un 0.0012% de probabilidad de rechazar los datos siendo estos verdaderos. La media pretest es \$ 151,988 y post test es \$ 148,9840 hay una reducción de \$ 3,0040.

VII. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que sugerimos son en relación a los resultados de la investigación son las siguientes:

Con respecto a la mejora de los costos de producción se sugiere continuar la línea de investigación del presente trabajo en la empresa, pues como su aplicación fue solo al proceso fabricación de tapas, sería idóneo continuar con esta investigación para todas las líneas de proceso productivo como es el caso de termoformado de envases para alimentos y frutas, poniendo en práctica otros indicadores que ayuden a mejorar la situación de la empresa investigada.

Con respecto a la mejora del costo primo se sugiere orientar la investigación a otros métodos y aplicando otras herramientas o metodologías, poniendo énfasis en la mano de obra que es el personal operativo (capacitar al personal en especialidades como termoformado a nivel PYME y cursos de optimización de recursos) con el fin de certificar al personal para mayor desempeño en sus actividades.

Con respecto a la mejora en costos de conversión, es ideal organizar los materiales ya sea materia prima y producto terminado para el despacho a tiempo, seguimiento de la emisión de Orden de pedido hasta la llegada al cliente. Por otro lado, optimizar los recursos incluye ser más efectivos como organización.

REFERENCIAS

1. ALBERTIN, Marcos y GUERTZENSTEIN, Viviane. Planejamento Avancado da qualidade: Sistemas de gestao, técnicas e ferramentas. Rio de Janeiro: Alta Books Editora, 2018. 304 pp.
ISBN: 9788550802275
2. ALFI, Yadrifil y MASBAR, Annisa. Implementation of lean-DMAIC method for reducing packing defect in a flour Company. *AIP conference proceedings*. [Online] Vol. 2227. N°.040014. 07 de mayo 2020. [Fecha de consulta: 17 de mayo 2020]. Disponible en <https://doi.org/10.1063/5.0004212>
DOI: 10.1063/5.0004212
3. ALVAREZ, Francisco. Calidad y auditoría en salud. Bogotá: Ecoe Ediciones, 2015. 396 pp.
ISBN: 9789587711448
4. APLICACAO do método DMAIC para melhoria no processo de solda a laser na indústria automotiva por de Paiva, Luiz [et al.]. *Revista tecnologia e tendencias*. [Online]. Vol.10. N°.2. 20 de marzo 2018 [fecha de consulta: 28 de mayo 2020]. Disponible en <https://periodicos.feevale.br/seer/index.php/revistatecnologiae/tendencias/article/view/1798/2479>
ISSN: 1679-169x
5. APPLICATION of six sigma using DMAIC methodology in the process of product quality control in metallurgical operation por Girmanova, Lenka [et al.]. *Acta Technologica Agriculturae*. [En linea]. Vol. 20, N°.4. 21 de diciembre 2017. [Se consultó el 19 de mayo 2020]. Disponible en <https://doi.org/10.1515/ata-2017-0020>
DOI: 10.1515/ata-2017-0020
6. CHATFIELD, Chris. The Analysis of Time Series: An Introduction, Sixth Edition. 6° Ed. Florida: CRC Press, 2016. 352 pp.
ISBN: 9780203491683
7. CONZA Callo, Anet. Implementación de la metodología DMAIC para reducir los costos en el área de producción de ternos en la empresa industrial gorak S.A.C. Lince, 2017. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2017. 150 pp.

8. DEFECTS in Manufacturing [Mensaje en un blog]. FindLaw. (November 30, 2018). [Fecha de consulta: 11 de octubre 2020]. Recuperado de <https://injury.findlaw.com/product-liability/defects-in-manufacturing.html#:~:text=Defects%20in%20manufacturing%20occur%20when,due%20to%20stand%20manufacturing%20practices.>
9. DUCKWORTH, Holly y HOFFMEIER, Andrea. A six sigma approach to sustainability: Continual improvement for social responsibility. Boca Raton: CRC Press Taylor & Francis Group, 2016. 215 pp.
ISBN: 9781498720861
10. ESAN. Conexiones esan. 5 de octubre de 2016. Disponible en <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2016/10/que-es-la-estadistica-descriptiva/>
11. ESCALANTE, Edgardo. Seis – sigma metodología y técnicas. 2.^a ed. México: Grupo Noriega Editores, 2013. 608 pp.
ISBN: 9786070504488
12. EVANS, James y Lindsay, William. An Introduction to Six Sigma and Process Improvement. 2da. Edición. Bostón: Cengage Learning, 2014. 368 pp.
ISBN: 9781305176317
13. FERRAMENTAS da qualidade nas indústrias de papel e celulose da Bahia por Brito, J [et al.]. *Revista Sodebras - Janeiro*. [En línea]. Vol. 10. N° 109. 2015. [Se consultó el 29 de mayo 2020]. Disponible en: <http://sodebras.com.br/edicoes/N109.pdf>
14. GARRIDO, Yolanda, MERINO, Luis y COLCHA, Raquel. Casos prácticos resueltos de contabilidad de costos por orden de producción con aplicación de NIIF. Riobamba: Dirección de publicaciones científicas, 2018. 131 pp.
ISBN: 9789942350596.
15. GARZA, Juan y ABREGO, Ramiro. Reducción y control de costos en empresa de manufactura con Seis Sigma. *Innovaciones de Negocios*. [Online]. Vol. 12, N°24. 02 de diciembre 2015. [Consultado el 12 de mayo 2020]. Disponible en http://eprints.uanl.mx/12619/1/12.24%20Art3_pp207_235.pdf
ISSN: 2007-1191
16. HERNÁNDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPISTA, Pilar. Metodología de la investigación. México: McGRAW-HILL, 2014. 634 pp.
ISBN. 9781456223960

17. HUTWELKER, Reiner. Six Sigma Green Belt Certification Project: Identification, Implementation and Evaluation. Springer Nature, 2019. 259 pp.
ISBN: 9783030319151
18. IBARRA, Carlos y BERRAZUETA, Galo. Aplicación metodología DMAIC en empresa textil con enfoque en reducción de costos. Tesis (Ingeniero Industrial). Quito: Universidad San Francisco de Quito, Colegio Ciencias e Ingenierías, 2019. 92 pp.
19. ICRESAI-Imeci: Instrumentos para escolher e avaliar artigos científicos para a pesquisa e prática baseada em evidencia por Gómez, Olga y Amaya, María *Aquichan*. [Online]. Vol.13, N°.3. Diciembre 2013 [Se consultó el 26 de mayo 2020]. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/741/74130042009.pdf>
ISSN: 1657-5997
20. LA metodología seis sigma para la mejora de procesos [Mensaje en un blog]. Kailean.es / Tornos, I. (2 de Octubre 2019). [21 de mayo 2020]. Recuperado de <http://kailean.es/la-metodologia-seis-sigma-para-la-mejora-de-procesos/>.
21. LUIZ, Ailson y TSAN, Osvaldo. Gerenciamento do ciclo da qualidade: Como gerir a qualidade do producto – da concepcao ao pós-venda. Rio de Janeiro: Alta Books Editora, 2018. 320 pp.
ISBN: 9788550802053
22. MARTÍNEZ, Miguel y GARZA, Juan. Reducción de costos asociados a los desperdicios de un producto perteneciente a una empresa manufacturera. *Innovaciones de Negocios*. [En línea]. Vol. 10. N°.20. 2013. [Fecha de consulta: 14 de mayo 2020]. Disponible en <http://eprints.uanl.mx/12588/1/A3.pdf>
ISSN: 2007-1191
23. MODY, Vino. Quality in high-volume electronics design: Manufacturing and deployment. USA: Dog Ear Publishing, 2016. 194 pp.
ISBN: 9781457543715
24. MORALES, Ana y GARAMBULLO, Adriana. Aplicación de metodología lean seis sigma para la reducción de defectos en la producción de lentes dentro de la empresa formula Plastics de México S. A de C. V. En Tecate B. C. *Revista electrónica del desarrollo humano para la innovación social*. [Online]. Vol.4, N°.8. Julio 2017. [Consultado 27 de abril 2020]. Disponible en <http://www.cdhis.org.mx/index.php/CAGI/article/download/119/176/>

ISSN: 2448-7422

25. MURILLO, Javier. Métodos de investigación de enfoque experimental. [Online]. 2017?. [Se consultó el 27 de mayo 2020]. Disponible en: <http://www.postgradoune.edu.pe/pdf/documentos-academicos/ciencias-de-la-educacion/10.pdf>
26. NGULUBE, Patrick. Handbook of Research on Connecting Research Methods for Information Science Research. Pensilvania: IGI Global, 2019. 639 pp.
ISBN: 9781799814726
27. NAVARRO, Eduardo, GISBERT, Víctor y PÉREZ, Ana. Metodología e implementación de six sigma. *3c Empresa*. [En línea]. 22 de diciembre 2017. [Se consultó el 20 de mayo 2020]. Disponible en https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2018/01/art_9.pdf
ISSN: 2254-3376
28. OLANREWAJU, Foluronso, UZORH, Austin y NNANNA, Innocent. Lean six sigma methodology and its application in the manufacturing industry – a review. *American journal of mechanical and industrial engineering*. [Online]. Vol. 4, N°. 3. 11 de octubre 2019. [Fecha de consulta: 17 de mayo 2020]. Disponible en <http://www.sciencepublishinggroup.com/journal/paperinfo?journalid=248&doi=10.11648/j.ajmie.20190403.11>
ISSN: 25575-6060
29. PEERSMAN, Greet. Sinopsis: Métodos de recolección y análisis de datos en la evaluación de Impacto. *Centro de Investigaciones de UNICEF*. [Online]. , N°.10. Septiembre del 2014. [Fecha de consulta: 13 de junio 2020]. Disponible en https://www.unicef-irc.org/publications/pdf/brief_10_data_collection_analysis_spa.pdf
30. PEÑA, Carlos y MÁRQUEZ, Carlos. Estadística descriptiva y probabilidad. Medellín: Editorial Bonaventuriano, 2019. 585 pp.
ISBN: 9789588474779
31. PILLA, Oscar y PILCO, Ana. Mejora de calidad en los procesos productivos aplicando la metodología seis sigma en la empresa metálica. [Online]. 2019. [Consultado el 17 de mayo 2020]. Disponible en <http://192.188.46.193/bitstream/123456789/69737/1/Pilla%20Yanzapanta%20Oscar%20Eduardo-2019.pdf>

32. POLO, Benjamín. Contabilidad de costos en la alta gerencia teórico - práctico. Bogotá: Grupo Editorial Nueva Legislación Ltda, 2013. 472 pp.
ISBN: 9789588371955
33. REDUCCIÓN de defectos por medio de seis sigma por Santiago, Alma [et al.]. *Ingeniería de procesos: casos prácticos*. [En línea]. N°.8. Marzo 2014. [Fecha de consulta: 17 de mayo 2020]. Disponible en <https://www.researchgate.net/publication/293488625>
34. REVELES, Ricardo. Análisis de los elementos del costo. 2ª ed. México: Instituto mexicano de contadores públicos, A.C. 2019. 232 pp.
ISBN: 9786078628162
35. RODRIGUES, Marcus. Entendendo, aprendendo e desenvolvendo sistemas de produção Lean Manufacturing. Rio de Janeiro: Elsevier. 2014. 168 pp.
ISBN: 9788535284591
36. SALINAS, Laura. Lean-six sigma para la reducción de costos en las tic's en una empresa de telecomunicaciones. Tesis (Magíster en Administración de Negocios). México: Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Comercio y Administración Santo Tomas, 2016. 121 pp.
37. SANCHEZ, Hugo, REYES, Carlos y MEJÍA, Katia. Manual de términos de investigación científica, tecnología y humanística. Lima: Bussiness Support Aneth S.R.L. 2018. 144 pp.
ISBN: 9786124735141
38. SHOKRI, Alireza, NABHANI, Farhad y BRADLEY, Gareth. Reducing the scrap rate in an electronic manufacturing SME through lean six sigma methodology. [En línea]. 2016. [Consultando el 17 de mayo 2020]. Disponible en <https://core.ac.uk/download/pdf/46520216.pdf>
39. SOCCONINI Luis (2016). Certificación Lean Six sigma Yellow Belt para la excelencia en los negocios. 2a ed. México D.F: Alfaomega Grupo editos S.A, 354 pp. ISBN: 978-607-622-600-1.
40. THE application of DMAIC to improve production: Case study for single-sided flexible printed circuit board por Mohamad, N. [et al.]. *IOP conference series: materials science and engineering*. [Online] Vol. 662. N°.012041. 1 de noviembre 2019. [Consulta: 17 de mayo 2020]. Disponible en <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/662/2/022089>

DOI: 10.1088/1757-899X/662/2/022089

41. TIPACTI Manuel (2018). Curso Investigación I. Universidad Nacional de Ingeniería. Facultad de Ingeniería Ambiental. Postgrado de Ingeniería Ambiental Mención en tratamiento de aguas contaminadas y rehúso de desechos. Lima – Perú.
42. TRIOLA, Mario F. (2013). Estadística. 11a ed. México: PEARSON, 891 pp. ISBN: 9780321694508.
43. VALDERRAMA, Santiago (2013). Pasos para elaborar proyectos de investigación científica. 2^a. ed. Lima: Editorial San Marcos E.I.R.L, 368 pp. ISBN: 9786123028787
44. VALLEJOS, Henry y CHILQUINGA, Manuel (2017) COSTOS: Modalidad órdenes de Producción. Ecuador: Universidad Técnica del Norte, 211 pp. ISBN: 9789942984463

ANEXOS

ANEXO 1: Matriz de Operacionalización

TIPO DE VARIABLE	DESCRIPCIÓN DE VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	ESCALA
Independiente	Metodología Six Sigma	El Six Sigma según Albertin y Guertzenstein (2018) sigue una hoja de ruta estructurada, conocida como DMAIC (Define, Measure, Analyse, Improve, Control), con el objetivo de utilizar herramientas para reducir continuamente la variabilidad y calcular las ganancias que se obtendrán con el nuevo estándar de rendimiento (p.99).	La metodología Six Sigma hace uso de herramientas para reducir costos y por ende incrementar sus ganancias, para ello se sigue una ruta en fases que son Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar.	Definir	Cumplimiento de actividades: $= \frac{\text{Actividades revizadas para definir}}{\text{Actividades planeadas para definir}} \times 100$	Porcentaje (%)	Razón
				Medir	Cumplimiento de mediciones en el proceso: $= \frac{\text{Mediciones realizadas}}{\text{Mediciones programadas}} \times 100$	Porcentaje (%)	Razón
				Analizar	Cumplimiento de análisis de causas: $= \frac{\text{Causas analizadas real}}{\text{Total de causas para analizar}} \times 100$	Porcentaje (%)	Razón
				Mejorar	Cumplimiento de implementación de plan: $= \frac{\text{Total de plan ejecutado}}{\text{Total de plan programado}} \times 100$	Porcentaje (%)	Razón
				Controlar	Porcentaje de Cumplimiento de Capacitaciones: $= \frac{TCE}{TCP} \times 100$	Porcentaje (%)	Razón
Dependiente	Costos de producción	Vallejos y Chilibringa (2017) Costos que se aplican con el propósito de transformar materia prima en productos terminados utilizando fuerza de trabajo, maquinaria, equipos y otros (p.9).	Polo (2013) Son las que incurren en la fabricación de un bien en un periodo determinado MPD, MOD y carga fabril (CIF) (p.27).	Costo primo	Costo primo: $\text{Costo primo} = \text{MPD} + \text{MOD}$ MPD: Materia prima directa. MOD: Mano de obra directa.	Dolares (\$)	Razón
				Costo de conversión	Costo de conversión: $\text{Costo de conversión} = \text{MOD} + \text{CIF}$ MOD: Mano de obra directa. CIF: Costos indirectos de fabricación.	Dolares (\$)	Razón

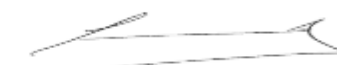
Fuente: Elaboración Propia

Anexo 2. Documentos para validar los instrumentos de medición a través de juicio de expertos

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

TIPO DE VARIABLE	DESCRIPCIÓN DE VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	ESCALA
Independiente	Metodología Six Sigma	El Six Sigma según Albertin y Guertzenstein (2018) sigue una hoja de ruta estructurada, conocida como DMAIC (Define, Measure, Analyse, Improve, Control), con el objetivo de utilizar herramientas para reducir continuamente la variabilidad y calcular las ganancias que se obtendrán con el nuevo estándar de rendimiento (p.99).	La metodología Six Sigma hace uso de herramientas para reducir costos y por ende incrementar sus ganancias, para ello se sigue una ruta en fases que son Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar.	Definir	Cumplimiento de actividades: $= \frac{\text{Actividades revizadas para definir}}{\text{Actividades planeadas para definir}} \times 100$	Porcentaje (%)	Razón
				Medir	Cumplimiento de mediciones en el proceso: $= \frac{\text{Mediciones realizadas}}{\text{Mediciones programadas}} \times 100$	Porcentaje (%)	Razón
				Analizar	Cumplimiento de análisis de causas: $= \frac{\text{Causas analizadas real}}{\text{Total de causas para analizar}} \times 100$	Porcentaje (%)	Razón
				Mejorar	Cumplimiento de implementación de plan: $= \frac{\text{Total de plan ejecutado}}{\text{Total de plan programado}} \times 100$	Porcentaje (%)	Razón
				Controlar	Porcentaje de Cumplimiento de Capacitaciones: $= \frac{TCE}{TCP} \times 100$	Porcentaje (%)	Razón
Dependiente	Costos de producción	Vallejos y Chilliquinga (2017) Costos que se aplican con el propósito de transformar materia prima en productos terminados utilizando fuerza de trabajo, maquinaria, equipos y otros (p.9).	Polo (2013) Son las que incurren en la fabricación de un bien en un periodo determinado MPD, MOD y carga fabril (CIF) (p.27).	Costo primo	Costo primo: $\text{Costo primo} = \text{MPD} + \text{MOD}$ MPD: Materia prima directa. MOD: Mano de obra directa.	Dolares (\$)	Razón
				Costo de conversión	Costo de conversión: $\text{Costo de conversión} = \text{MOD} + \text{CIF}$ MOD: Mano de obra directa CIF: Costos indirectos de fabricación.	Dolares (\$)	Razón

Fuente: Elaboración propia.



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE:
METODOLOGIA SIX SIGMA

Nº	DIMENSIONES / Items	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	DIMENSIÓN 1 DMAIC							
	Cumplimiento de actividades: $= \frac{\text{Actividades revizadas para definir}}{\text{Actividades planeadas para definir}} \times 100$	X		X		X		
	Cumplimiento de mediciones en el proceso: $= \frac{\text{Mediciones realizadas}}{\text{Mediciones programadas}} \times 100$	X		X		X		
	Cumplimiento de análisis de causas: $= \frac{\text{Causas analizadas real}}{\text{Total de causas para analizar}} \times 100$	X		X		X		
	Cumplimiento de implementación de plan: $= \frac{\text{Total de plan ejecutado}}{\text{Total de plan programado}} \times 100$	X		X		X		
	Porcentaje de Cumplimiento de Capacitaciones: $= \frac{TCE}{TCP} \times 100$							

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Es PERTINENTE
Opinión de aplicabilidad: Aplicable [x]
Aplicable después de corregir []
No aplicable []
Apellidos y nombres del juez validador. Dr. / Mg: Ing.: Rodríguez Alegre, Lino
DNI: 06535058
Especialidad del validador: Ing. Pesquero TECNÓLOGO
¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Lima, 20 de Junio del 2020

Firma del Experto Informante.



N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ₁		Relevancia ₂		Claridad ₃		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1 Costo Primo							
3	<p>Costo primo:</p> <p>$Costo\ primo = MPD + MOD$</p> <p>MPD: Materia prima directa. MOD: Mano de obra directa.</p>	X		X		X		
	DIMENSIÓN 2 Costo de conversión							
4	<p>Costo de conversión:</p> <p>$Costo\ de\ conversión = MOD + CIF$</p> <p>MOD: Mano de obra directa. CIF: Costos indirectos de fabricación.</p>	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): __Es pertinente

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Ing.: Rodríguez Alegre, Lino DNI: 06535058

Especialidad del validador:.....Ing. Pesquero Tecnólogo

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Lima, 20 de Junio del 2020

Firma del Experto Informante.

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

TIPO DE VARIABLE	DESCRIPCIÓN DE VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	ESCALA
Independiente	Metodología Six Sigma	El Six Sigma según Albertin y Guertzenstein (2018) sigue una hoja de ruta estructurada, conocida como DMAIC (Define, Measure, Analyse, Improve, Control), con el objetivo de utilizar herramientas para reducir continuamente la variabilidad y calcular las ganancias que se obtendrán con el nuevo estándar de rendimiento (p.99).	La metodología Six Sigma hace uso de herramientas para reducir costos y por ende incrementar sus ganancias, para ello se sigue una ruta en fases que son Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar.	Definir	Cumplimiento de actividades: $= \frac{\text{Actividades revizadas para definir}}{\text{Actividades planeadas para definir}} \times 100$	Porcentaje (%)	Razón
				Medir	Cumplimiento de mediciones en el proceso: $= \frac{\text{Mediciones realizadas}}{\text{Mediciones programadas}} \times 100$	Porcentaje (%)	Razón
				Analizar	Cumplimiento de análisis de causas: $= \frac{\text{Causas analizadas real}}{\text{Total de causas para analizar}} \times 100$	Porcentaje (%)	Razón
				Mejorar	Cumplimiento de implementación de plan: $= \frac{\text{Total de plan ejecutado}}{\text{Total de plan programado}} \times 100$	Porcentaje (%)	Razón
				Controlar	Porcentaje de Cumplimiento de Capacitaciones: $= \frac{TCE}{TCP} \times 100$	Porcentaje (%)	Razón
Dependiente	Costos de producción	Vallejos y Chiliquina (2017) Costos que se aplican con el propósito de transformar materia prima en productos terminados utilizando fuerza de trabajo, maquinaria, equipos y otros (p.9).	Polo (2013) Son las que incurren en la fabricación de un bien en un periodo determinado MPD, MOD y carga fabril (CIF) (p.27).	Costo primo	Costo primo: $\text{Costo primo} = \text{MPD} + \text{MOD}$ MPD: Materia prima directa. MOD: Mano de obra directa.	Dolares (\$)	Razón
				Costo de conversión	Costo de conversión: $\text{Costo de conversión} = \text{MOD} + \text{CIF}$ MOD: Mano de obra directa CIF: Costos indirectos de fabricación.	Dolares (\$)	Razón

Fuente: Elaboración propia.



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE: METODOLOGIA SIX SIGMA

Nº	DIMENSIONES / items	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	DIMENSIÓN 1 DMAIC Cumplimiento de actividades: $= \frac{\text{Actividades revizadas para definir}}{\text{Actividades planeadas para definir}} \times 100$ <hr/> Cumplimiento de mediciones en el proceso: $= \frac{\text{Mediciones realizadas}}{\text{Mediciones programadas}} \times 100$ <hr/> Cumplimiento de análisis de causas: $= \frac{\text{Causas analizadas real}}{\text{Total de causas para analizar}} \times 100$ <hr/> Cumplimiento de implementación de plan: $= \frac{\text{Total de plan ejecutado}}{\text{Total de plan programado}} \times 100$ <hr/> Porcentaje de Cumplimiento de Capacitaciones: $= \frac{TCE}{TCP} \times 100$	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [X]** **Aplicable después de corregir []** **No aplicable []**
Apellidos y nombres del juez validador. Mg: Egusquiza Rodríguez, Margarita Jesús **DNI: 08474379**
Especialidad del validador:

Lima, 07 de Junio del 2020

Firma del Experto Informante.
¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1 Costo Primo							
3	<p>Costo primo: $Costo\ primo = MPD + MOD$ MPD: Materia prima directa. MOD: Mano de obra directa.</p>	X		X		X		
	DIMENSIÓN 2 Costo de conversión							
4	<p>Costo de conversión: $Costo\ de\ conversión = MOD + CIF$ MOD: Mano de obra directa. CIF: Costos indirectos de fabricación.</p>	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [X]** **Aplicable después de corregir []** **No aplicable []**

Apellidos y nombres del juez validador. **Mg. Egusquiza Rodríguez, Margarita Jesús** **DNI: 08474379**

Especialidad del validador:.....

Lima, 07 de Junio del 2020

Firma del Experto Informante.

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

TIPO DE VARIABLE	DESCRIPCIÓN DE VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	ESCALA
Independiente	Metodología Six Sigma	El Six Sigma según Albertin y Guertzenstein (2018) sigue una hoja de ruta estructurada, conocida como DMAIC (Define, Measure, Analyse, Improve, Control), con el objetivo de utilizar herramientas para reducir continuamente la variabilidad y calcular las ganancias que se obtendrán con el nuevo estándar de rendimiento (p.99).	La metodología Six Sigma hace uso de herramientas para reducir costos y por ende incrementar sus ganancias, para ello se sigue una ruta en fases que son Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar.	Definir	Cumplimiento de actividades: $= \frac{\text{Actividades revizadas para definir}}{\text{Actividades planeadas para definir}} \times 100$	Porcentaje (%)	Razón
				Medir	Cumplimiento de mediciones en el proceso: $= \frac{\text{Mediciones realizadas}}{\text{Mediciones programadas}} \times 100$	Porcentaje (%)	Razón
				Analizar	Cumplimiento de análisis de causas: $= \frac{\text{Causas analizadas real}}{\text{Total de causas para analizar}} \times 100$	Porcentaje (%)	Razón
				Mejorar	Cumplimiento de implementación de plan: $= \frac{\text{Total de plan ejecutado}}{\text{Total de plan programado}} \times 100$	Porcentaje (%)	Razón
				Controlar	Porcentaje de Cumplimiento de Capacitaciones: $= \frac{TCE}{TCP} \times 100$	Porcentaje (%)	Razón
Dependiente	Costos de producción	Vallejos y Chiliqinga (2017) Costos que se aplican con el propósito de transformar materia prima en productos terminados utilizando fuerza de trabajo, maquinaria, equipos y otros (p.9).	Polo (2013) Son las que incurren en la fabricación de un bien en un periodo determinado MPD, MOD y carga fabril (CIF) (p.27).	Costo primo	Costo primo: $\text{Costo primo} = \text{MPD} + \text{MOD}$ MPD: Materia prima directa. MOD: Mano de obra directa.	Dolares (\$)	Razón
				Costo de conversión	Costo de conversión: $\text{Costo de conversión} = \text{MOD} + \text{CIF}$ MOD: Mano de obra directa. CIF: Costos indirectos de fabricación.	Dolares (\$)	Razón

Fuente: Elaboración propia.





N°	DIMENSIONES / Ítems	Pertinencia ₁		Relevancia ₂		Claridad ₃		Sugerencias
		SI	No	SI	No	SI	No	
	DIMENSIÓN 1 Costo Primo							
3	<p>Costo primo:</p> <p><i>Costo primo = MPD + MOD</i></p> <p>MPD: Materia prima directa. MOD: Mano de obra directa.</p>	X		X		X		
	DIMENSIÓN 2 Costo de conversión							
4	<p>Costo de conversión:</p> <p><i>Costo de conversión = MOD + CIF</i></p> <p>MOD: Mano de obra directa. CIF: Costos indirectos de fabricación.</p>	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [X]** **Aplicable después de corregir []** **No aplicable []**

Apellidos y nombres del juez validador. **Mg. Molina Vilchez, Jaime Enrique** **DNI: 06019540**

Especialidad del validador:.....

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Lima, 07 de Junio del 2020

Firma del Experto Informante.

Anexo 3. Complementos de recolección de datos y aplicación de metodología.

ENCUESTA - CUMPLIMIENTO DE ACTIVIDADES

*Obligatorio

TIPO DE CLIENTE *

Interno (Empleados de la empresa)

Externo (Clientes, Compradores)

Siguiente

TIPO DE CLIENTE	PREGUNTAS DE ENCUESTA DESCRIPCIÓN	1		2		...		10	
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
INTERNO	¿Sé minimiza los reprocesos?								
	¿Sé revisa especificaciones en orden de compra?								
	¿Los defectos están por debajo de la tolerancia propuesta (< 4%)?								
	¿Existe puntualidad en ejecutar pedidos?								
	¿Sé Mantiene el índice de accidentabilidad en 0?								
	¿Sé cumple con las capacitaciones programadas para el personal?								
EXTERNO	¿Sé logra entregar molde para iniciar producción dentro de los 2 días?								
	¿Sé cumple estándares de calidad en el producto?								
	¿El producto no presenta observaciones (no conformidad)?								
	¿El área de despacho esta siempre limpia y ordenada?								
	¿Sé emite el certificado del producto con el producto?								

colca del Perú S.A. **REPORTE DE INSPECCIÓN DE CALIDAD - LÁMINAS**

Código: P-C.C.01-F03
Versión: 02
Fecha de elaboración: 29/05/2019
Fecha de última modificación: 18/02/2020
Pág.: 1 de 1

Fecha: 03-10-20
Inspector: Ana Pizarro

Tipo de muestreo:
En línea
Para liberar lotes

Código: Láminas 425 x 0.40
Medida (mm): 425 x 0.40 mm
Fecha de producción: 02-10-20
O.F.: 20100000 Turno: I
Material y color: Policloruro blanco

Operario de mezcla: Walter Aguirre
Operario de extrusión: Edwin Huertas

Observaciones del Reporte Producción / Inspección:

Nivel de Inspección: tipo I tipo II tipo III

Tamaño de lote (bobinas): 08
Tamaño de muestra (bobinas): 02
Código de Letra: A

Nivel de calidad Aceptable: 1.0

Nº de bobina	Ancho (mm)	Espesores (mm)					Bobinado	Apariencia	Tonalidad (según patrón)	Embalaje y rotulado
		1	2	3	4	5				
01	425	0.41	0.40	0.40	0.40	0.41	✓	✓	✓	
05	425	0.41	0.41	0.41	0.40	0.41	✓	✓	✓	

Puntos de Control:

La calibración se deberá iniciar de izquierda a derecha, siguiendo la orientación del enbobinado. El operario deberá numerar siguiendo el correlativo de fabricación.

colca del Perú S.A. **REPORTE DE INSPECCIÓN DE LÁMINAS - PRODUCCIÓN**

Código: P-C.C.01-F04
Versión: 02
Fecha de elaboración: 18/06/2019
Fecha de última modificación: 03/03/2020
Pág.: 1 de 1

Objetivo:
Verificar que los espesores y ancho de lámina estén dentro de la especificación declarada por el fabricante. Espesor: +/- 0.02 mm y Ancho: +/- 3 mm.
Detectar oportunamente las desviaciones para regular parámetros de operación sin llegar a afectar la calidad del producto y la producción.

Fecha de Inspección: 02/10/20
Inspector: Edwin

Tipo de muestreo:
En línea
Para liberar lotes

Código: Láminas 425 x 0.40
Medida (mm): 425 x 0.40
Fecha de producción: 02/10/20
O.F.: 20100000 Turno: J
Material y color: PS 01

Observaciones del Reporte Producción / Inspección:

Nº de bobina	Lámina	Apariencia	Ancho (mm)	Espesores mm				
				1	2	3	4	5
01	Fin-Inicio	✓	425	405	400	400	400	410
02	Fin-Inicio	✓	425	410	405	405	395	395
03	Fin-Inicio	✓	425	410	405	400	400	405
04	Fin-Inicio	✓	425	410	400	400	400	405
05	Fin-Inicio	✓	425	405	405	405	400	405
06	Fin-Inicio	✓	425	410	405	400	400	405
07	Fin-Inicio	✓	425	405	405	400	405	405
08	Fin-Inicio	✓	425	405	405	400	400	405
	Fin-Inicio							
	Fin-Inicio							
	Fin-Inicio							
	Fin-Inicio							
	Fin-Inicio							
	Fin-Inicio							
	Fin-Inicio							

Puntos de Control:

La calibración se deberá iniciar de izquierda a derecha, siguiendo la orientación del enbobinado. El operario deberá numerar siguiendo el correlativo de fabricación. Los datos.

Distribución delimpieza para las semanas:

SEDE	05/10/20	06/10/20	07/10/20	08/10/20	09/10/20	10/10/20	12/10/20	13/10/20	14/10/20	15/10/20	16/10/20	17/10/20
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
Santa María	Nancy 07:30 am - 11:00 am	Rosa y Ana (Planta) 07:00 am - 10:00 am Gaudy 06:45 am - 10:00 am	Nancy 07:30 am a 10:00 am	Rosa y Ana (Planta) 07:00 am - 10:00 am Gaudy 06:45 am - 10:00 am	Nancy 07:30 am a 10:00 am	X	Nancy 07:30 am - 11:00 am	Rosa y Ana (Planta) 07:00 am - 10:00 am Gaudy 06:45 am - 10:00 am	Nancy 07:30 am a 10:00 am	Rosa y Ana (Planta) 07:00 am - 10:00 am Gaudy 06:45 am - 10:00 am	Nancy 07:30 am a 10:00 am	X
Luis Galvani	Gaudy 06:45 am - 11:00 am Nancy 07:30 am a 11:00 am	Nancy 07:30 am a 04:45 pm	Gaudy 06:45 am - 10:00 am	Nancy 07:30 am a 04:45 pm	Gaudy 06:45 am - 10:00 am	Nancy 07:30 am a 04:45 pm	Gaudy 06:45 am - 11:00 am Nancy 07:30 am a 11:00 am	Nancy 07:30 am a 04:45 pm	Gaudy 06:45 am - 10:00 am	Nancy 07:30 am a 04:45 pm	Gaudy 06:45 am - 10:00 am	Nancy 07:30 am a 04:45 pm
NOMBRE Y FIRMA DEL RESPONSABLE DE LIMPIEZA												
V'B CALIDAD	<p style="text-align: center;">Colca del Perú S.A. RUC 20400351804</p> <p style="text-align: center;">Jack Safrá Pérez Asistente de Calidad</p> <p style="text-align: right;"><i>Florinda</i> 02/10/2020</p>											

Observaciones

colca del Perú S.A.

TRASLADO DE PRODUCTO TERMINADO DE ALMACÉN A CONTROL DE CALIDAD

Código: P-C.C.01-F04
Versión: 02
Fecha de elaboración: 02/01/2018
Fecha de última modificación: 08/03/2019
Pág.: 1 de 1

Código: tapa URscale P8

Fecha de inspección: 06-10-20

Turno: II

Fecha de producción: 05-10-20

OF/ Lote: 2010000012

Tamaño de lote (cajas/Paq.) 13

Código de letra B

Tamaño de muestra (Cajas/ Paq.) 3

Número de cajas/paq. a trasladar

01	04	10							

Entrega: Inspector de Calidad

Hora: 10:31 AM

Alcalá

Recibe: Responsable de Almacén

Hora: 11:20 am

colca del Perú S.A.

REPORTE DE INSPECCIÓN DE CALIDAD - PRODUCTO TERMINADO

Código: P-C.C.01-F02
 Versión: 03
 Fecha de elaboración: 06/06/2016
 Fecha de última modificación:
 03/07/2019
 Pág.: 1 de 1

N° RIC 061020-03

Tipo de inspección
 Línea
 Liberación de lotes
 100%

Inspector *Ana Primo*
 OF/Lote *2010 0000 12*
 Operarios *Maria Alejandra
 Jorge Sarmiento
 Nancy Ccave*

Devolución _____

N° de queja/reclamo _____

Fecha de producción 05/10/2020
 Fecha de inspección 06/10/2020

Línea de producción *Si*

Observaciones de Producción / Calidad:

Tipo de muestreo

N° de caja Cajas/Paq. Unid.
 Tamaño de lote 13 650
 Código de letra B J
 Tamaño de muestra 3 80
 Cantidad de filas 1

Nivel de inspección

tipo I
 tipo II
 Tipo III

Nivel de calidad Aceptable

1.0 AC02 Rc03

N° de caja	N° de fila	Código	Turno	Hora de inspección	Variables/atributos de calidad de la lámina										Observaciones	Medidas Correctivas			
					Espesor (mm)	Ancho (mm)	Apariencia	Lote	N° de bobina	Embalaje y rotulado	Peso (g.)	Dimensiones (mm)	Formado	Acabado de bordes			Apariencia	Conteo por caja/paquete	Embalaje y rotulado
13	1	<i>Japa upscale</i>	<i>II</i>	<i>2:03pm</i>														<i>Los bandejos no se toleran los bandejos</i>	
10	1																		
9	1																		
2	1	<i>POLIESFIRMO NC</i>																	
5	1																		
6	1																		
7	1																		
2	1																		
4	1																		
12	1																		
1	1																		
4	1																		
4	1																		
2	1																		
4	1																		
9	1																		
4	1																		
6	1																		
6	1																		
5	1																		

